

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

**DOPADY KLIMATICKO-ENERGETICKÉ POLITIKY EU NA
PROVOZ ELEKTROENERGETICKÝCH SOUSTAV**

IMPACTS OF EU CLIMATE AND ENERGY POLICY ON THE OPERATION OF ELECTRICITY SYSTEMS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Prečuch

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lukáš Radil, Ph.D.

BRNO 2021

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Martin Prečuch

ID: 211578

Ročník: 3

Akademický rok: 2020/21

NÁZEV TÉMATU:

Dopady klimaticko-energetické politiky EU na provoz elektroenergetických soustav

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Popište historický vývoj legislativních aktů Evropské komise souvisejících s problematikou provozu elektroenergetických soustav a klimaticko-energetické politiky.
2. Představte program European Green Deal (Evropská zelená dohoda), jeho strukturu, cíle a porovnání s předchozími legislativními balíčky EK.
3. Popište způsoby a nástroje, jimiž má uvedený program docílit klimaticky neutrálního evropského hospodářství.
4. V oblasti elektroenergetiky (provoz přenosových a distribučních soustav, energetický mix výroby a spotřeby energie, regulace v energetice, vliv sektoru na životní prostředí) vyjmenujte okruhy, které budou nejvíce ovlivněny programem European Green Deal a popište způsob tohoto ovlivnění.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího bakalářské práce

Termín zadání: 8.2.2021

Termín odevzdání: 1.6.2021

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Radil, Ph.D.

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Abstrakt

Bakalárska práca je zameraná klimaticko-energetickú politiku Európskej Únie, ktorá má dopad na prevádzku energetických sústav. V úvode je rozobraná liberalizácia trhu s elektrickou energiou a konkrétne liberalizačné balíky. Nasledujúca časť popisuje zásadné klimatické politiky EÚ a predstavuje program European Green Deal. Ďalšie kapitoly oboznamujú so stratégiami krajín Európy a prevádzkovateľov národných prenosových sústav k dosiahnutiu klimatickej neutrality a v tejto súvislosti sú popísané pilotné projekty, ktoré využívajú obnoviteľné zdroje energie.

Kľúčové slová

liberalizácia trhu; regulačný orgán; Európska Únia; Európsky ekologický dohovor; klimatická neutralita

Abstract

The bachelor thesis is focused on the climate and energy policy of the European Union, which has an impact on the operation of energy systems. The introduction deals with the liberalization of the electricity market and specific liberalization packages. The following section essentially describes the EU's climate policy and introduces the European Green Deal. The following chapters introduce the strategies of European countries and national transmission system operators to achieve climate neutrality, and in this context, pilot projects using renewable energy sources are described.

Keywords

Market liberalization; Regulator authorities; European Union; European Green Deal; Climate neutrality

Bibliografická citácia

PREČUCH, Martin. *Dopady klimaticko-energetické politiky EU na provoz elektroenergetických soustav*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/133363>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Ing. Lukáš Radil, Ph.D.

Prehlásenie autora o pôvodnosti diela

Meno a priezvisko študenta:	Martin Prečuch
VUT ID študenta:	211578
Typ práce:	Bakalárska práca
Akademický rok:	2020/21
Téma záverečnej práce:	Dopady klimaticko-energetické politiky EU na provoz elektroenergetických so- ustav

Vyhlasujem, že svoju záverečnú prácu som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho záverečnej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej záverečnej práce ďalej vyhlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto záverečnej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Sb., vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníku č. 40/2009 Sb.

V Brne dňa:

podpis autora

Pod'akovanie

Rád by som sa poďakoval vedúcemu bakalárskej práce, pánovi Ing. Lukášovi Radilovi, Ph.D., za odborné vedenie, konzultácie, trpezlivosť a podnetné návrhy k práci.

V Brne dňa:

podpis autora

OBSAH

Zoznam skratiek.....	10
Zoznam obrázkov	11
Zoznam tabuliek	12
1. Úvod.....	13
2. Ciele práce.....	14
3. Liberalizácia trhu s elektrickou energiou na území Európskej Únie	15
3.1 Prvá liberalizačná smernica 96/92/ES.....	15
3.2 Druhá liberalizačná smernica 2003/54/ES	16
3.3 Tretia liberalizačná smernica 2009/72/ES	17
3.3.1 ACER.....	19
3.3.2 ENTSO-E.....	19
4. Legislatívne akty Európskej Únie v oblasti klímy a energetiky	20
4.1 Tretí energetický balíček.....	20
4.2 Klimaticko-energetický balík na obdobie do roku 2020.....	21
4.3 Čistá energia pre všetkých Európanov	22
5. Európsky ekologický dohovor (European Green Deal).....	25
5.1 Zvýšenie ambícií EÚ v oblasti klímy na roky 2030 a 2050.....	26
5.2 Bezpečné dodávky čistej a cenovo dostupnej energie	27
5.3 Modernizácia priemyslu v záujme čistého a obehového hospodárstva	29
5.4 Výstavba a renovácia efektívne využívajúca energiu a zdroje	30
5.5 Urýchlenie prechodu na udržateľnú a inteligentnú mobilitu	31
6. Prevádzkovatelia prenosových sústav v EÚ	32
6.1 Energetické projekty Dánska	34
6.2 Energetické projekty Francúzska	35
6.3 Energetické projekty Nemecka	37
6.4 Energetické projekty Veľkej Británie	38
6.5 Energetické projekty Španielska	40
6.6 Energetické projekty Českej republiky	41
6.7 Využitie obnoviteľných zdrojov energie na území Českej republiky.....	43
6.7.1 Potenciál veterných elektrární na území Českej republiky.....	43

6.7.2	Potenciál fotovoltaiických elektrární na území České republiky	44
7.	Prípadové štúdie	46
7.1	Simris, Švédsko.....	46
7.2	Freiburg, Nemecko.....	47
7.3	Kodaň, Dánsko	47
7.4	La Plana, Španielsko	47
8.	Zhrnutie	49
	Záver	50
	Literatúra.....	51

ZOZNAM SKRATIEK

Skratky:

ACER	Agency for the Cooperation of Energy Regulators (Agentúra pre Spoluprácu Energetických Regulátorov)
AV ČR	Akademie věd České republiky
CCUS	Carbon capture, utilization and storage (Zachytávanie, využitie a uskladnenie uhlíka)
EGD	European Green Deal
EK	Európska Komisia
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity (Európska Sieť Prevádzkovateľov Prenosových Sústav pre Elektrinu)
ERÚ	Energetický regulačný úrad
EÚ	Európska Únia
FVE	Fotovoltaická elektrárň
HDP	Hrubý domáci produkt
KVET	Kombinovaná výroba tepla a elektriny
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
NKEP	Národný klimatický a energetický plán
NSEC	North Seas Energy Cooperation (Spolupráca v oblasti energetiky v Severnom mori)
NWE	North-West Europe (severozápadná Európa)
OZE	Obnoviteľné zdroje energie
TEN-E	Trans-European Networks for Energy (Transeurópska energetická infraštruktúra)
vn	Vysoké napätie
VTE	Veterná elektrárň

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Európsky ekologický dohovor [14]	25
Obrázok 2: Časová os obnoviteľných zdrojov energie [17]	26
Obrázok 3: Ciele spotreby elektrickej energie pre EU-27 od 2020 do 2030 [19]	27
Obrázok 4: Príklady projektov a výrobných miest [22]	28
Obrázok 5: Percento recyklovaného materiálu použitého v priemysle, zdroj údajov: Eurostat [24]	29
Obrázok 6: Potreby navýšenia cezhraničných kapacít do roku 2040, hodnoty v MW [76].....	32
Obrázok 7: Fázy projektu ELEMENT EINS [70]	38
Obrázok 8: Porovnanie inštalovaných zdrojov energie pre rôzne scenáre [63].....	40
Obrázok 9: Podmorské vysokonapäťové prepojenie medzi Francúzskom a Španielskom [71]	41
Obrázok 10: Inštalovaný výkon v scenári odstavenia uhlia do roku 2030 [82]	42
Obrázok 11: Agrovoltaika pri Bodamskom jazere [39].....	45
Obrázok 12: Agrovoltaika v Aasene [41]	45
Obrázok 13: Energetický mix obce Simris [57]	46
Obrázok 14: Hybridná elektráreň La Plana v Španielsku [62]	48

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Prehľad legislatívnych procesov navrhnutých EK 30.11.2016 pre balík Čistá energia pre všetkých Európanov [43]	24
Tabuľka 2: Zoznam krajín a prevádzkovateľov prenosových sústav	34
Tabuľka 3: Kľúčové parametre pre rôzne scenáre vo Veľkej Británii, Community Renewables (CR), Two Degrees (TD) [63]	39

1. ÚVOD

V Európe sa v druhej polovici dvadsiateho storočia začala postupná integrácia elektroenergetických systémov. Keďže elektrina je dôležitá komodita, ako aj verejná služba a je potrebná pre vývoj hospodárstva a infraštruktúry štátov, nastala po druhej svetovej vojne integrácia štátnych systémov do elektroenergetiky. Regulácia vychádzala čisto z monopolného charakteru a vertikálne integrovaných podnikov. Monopolizácia energetického odvetvia nastala hlavne po rokoch 1973 a 1979, kedy nastala ropná kríza a rozkolísanie cien elektriny. Spoločnosti požadovali vyššie ceny za elektrinu a preto sa začala postupne implikovať liberalizácia trhu.

Veľká Británia a Škandinávské štáty patria medzi prvé, ktoré začali v Európe s liberalizáciou trhu s elektrinou. Rozhodli sa privatizovať výrobcov a distribútorov elektrickej energie. Štátne podniky zastrešujúce výrobu a distribúciu elektrickej energie boli následne rozdelené na menšie výrobné a prenosové podniky, ktoré boli neskôr sprivatizované. Tým vznikla konkurencia na trhu a spotový trh s cenami energií na deň dopredu. Súčasťou bolo aj vytvorenie nezávislého regulačného orgánu. Aj keď ceny boli spočiatku vysoké, atraktivita výroby a výnosnosť predaja elektrickej energie prilákala na trh ďalších výrobcov elektrickej energie, čím sa zvyšovala konkurencieschopnosť a ceny začali klesať, čo bolo aj zásluhou regulačných orgánov.

Zjednotenie trhu s elektrickou energiou na území Európy a znižovanie cien urýchlilo vytvorenie Európskej Únie v roku 1992. Skúsenosti zo Škandinávie a Veľkej Británie prispeli k zavedeniu liberalizácie trhu s elektrickou energiou v EÚ, ktorá udáva štandardy ohľadom výšky cien, regulácie, bezpečnosti, pravidiel a využívania obnoviteľných zdrojov elektrickej energie. Liberalizácia trhu bola prevedená postupnými liberalizačnými balíkami.

2. CIELE PRÁCE

Cieľom tejto práce je predstavenie legislatívneho dokumentu EÚ s názvom Európsky ekologický dohovor (European Green Deal) a jeho porovnanie s predchádzajúcimi legislatívnymi balíčkami. Súčasťou je popísanie jednotlivých nástrojov na presadenie klimatických zmien ako aj dopad jednotlivých opatrení na prevádzku výroby elektrickej energie, prenosových a distribučných sústav v konkrétnych členských štátoch EÚ. K naplneniu tejto témy vedú nasledujúce body:

- a) Popísať historický vývoj legislatívnych aktov Európskej Komisie súvisiacich s problematikou prevádzky elektroenergetických sústav a klimaticko-energetickej politiky.
- b) Predstaviť program European Green Deal, jeho štruktúru, ciele a porovnať s prechádzajúcimi legislatívnymi balíčkami EK.
- c) Popísať spôsoby a nástroje, ktorými má program doceliť klimaticky neutrálne európske hospodárstvo.
- d) Vymenovať okruhy v oblasti elektroenergetiky, ktoré budú najviac ovplyvnené programom European Green Deal a spôsoby ovplyvnenia.

3. LIBERALIZÁCIA TRHU S ELEKTRICKOU ENERGIU NA ÚZEMÍ EURÓPSKEJ ÚNIE

3.1 Prvá liberalizačná smernica 96/92/ES

V prvej liberalizačnej smernici z 19.12.1996 [1] sa hovorí o vytvorení vnútorného a otvoreného trhu v rámci územia členských štátov Európskej únie. Táto smernica udala počiatočné podmienky na vytvorenie voľného trhu s tým, že rešpektuje právomoci jednotlivých členských štátov na uplatňovanie variantných riešení [2].

Medzi primárne okruhy, ktoré prvá smernica určila patria:

- **Organizácia prístupu do sústavy:**
 - o Dohodnutý prístup - tento prístup spočíva v tom, že je vopred dohodnutá cena a podmienky
 - o Jediný kupujúci - za transparentných a nediskriminujúcich podmienok predáva elektrickú energiu odoberateľom, ktorú nakúpil od výrobcu
- **Výroba:** členské štáty si pri výstavbe novej výrobné elektrickej energie môžu vybrať z povoľovacieho konania alebo verejnej súťaže. V oboch prípadoch sa musí jednáť o objektívne a transparentné konanie. Medzi kritériá sa zohľadňuje ochrana životného prostredia, ako aj efektívnosť a bezpečnosť. Členský štát môže tiež od prevádzkovateľa vyžadovať, aby využíval obnoviteľné zdroje energie.
- **Prenosová sústava:** Členské štáty určia podnik, ktorý je zodpovedný za prevádzku, bezpečnosť, spoľahlivosť, výkonnosť a prepojenie energetickej sústavy s inou energetickou sústavou.
- **Rozvodná sústava:** Členský štát má právomoc určiť podnikom, aby zásobovali energiou odberateľov v danej oblasti. Majú dohliadať na to, aby prevádzkovateľ zabezpečil spoľahlivosť, bezpečnosť a efektívnosť dodávky elektrickej energie.
- **Oddelené vedenie a transparentnosť účtovníctva:** Zavedenie nezávislých prevádzkovateľov siete, čiže oddelenie od výroby, prenosu a rozvodu elektrickej energie. Integrované energetické podniky¹ musia viesť oddelené účtovníctva za služby v odvetviach výroby, prenosu a rozvodu elektrickej energie

¹ Integrovaný energetický podnik - môže vykonávať viacero funkcií z výroby, prenosu alebo rozvodu elektrickej energie.

Ďalším cieľom bolo vytvorenie nezávislého orgánu, ktorým nemôže byť samostatný úrad, a ten bude mať povinnosť dohliadať na transparentnosť, reguláciu a kontrolu, aby nedošlo k zneužívaniu dominantného, tzv. monopolného postavenia [2].

3.2 Druhá liberalizačná smernica 2003/54/ES

Prvá liberalizačná smernica priniesla rôzne výhody, ako zvyšovanie konkurencieschopnosti, štandardov služieb, bezpečnosti dodávky, efektívnosť alebo používanie obnoviteľných zdrojov elektrickej energie. Stále však bolo ešte veľa priestoru na zmenu a vylepšenia a to aj z dôvodu historického postavenia energetiky v jednotlivých členských štátoch. Preto Európska Komisia prišla s druhým liberalizačným balíčkom, ktorého súčasťou bola smernica z 26.6.2003 [3], tou sa rušila účinnosť prvej liberalizačnej smernice 96/92/ES. Táto smernica doplnila predošlú smernicu o ďalšie podmienky a zvýšila mieru podrobnosti [2].

Hlavnými bodmi v druhom balíčku boli:

- **Nezávislý orgán:** Členské štáty určia nezávislý orgán, ktorým môže byť verejná alebo súkromná organizácia. Ten bude mať právomoc určovania taríf za prenos alebo distribúciu a tiež bude vykonávať monitorovanie faktorov ohľadom výroby, prenosu a distribúcie elektrickej energie, ako aj dohľad na transparentné a nediskriminačné súťaže. Regulačné úrady jednotlivých členských štátov komunikujú medzi sebou a Komisiou, čím zabezpečujú rozvoj vnútorného trhu s elektrickou energiou.
- **Právne oddelenie prevádzkovateľov prenosovej sústavy:** Ide čisto len o právne oddelenie, kde nie je potrebné vykonať zmenu vlastníctva. Osoby zodpovedné za riadenie prevádzkovateľa prenosovej sústavy nemôžu byť prítomné v štruktúrach spoločnosti integrovaného energetického podnikateľského subjektu ani priamo, ani nepriamo zodpovedné za každodenné fungovanie výroby, distribúcie a dodávky elektrickej energie.
- **Právne oddelenie prevádzkovateľov distribučnej sústavy:** Ide čisto len o právne oddelenie, kde nie je potrebné vykonať zmenu vlastníctva. Osoby zodpovedné za riadenie prevádzkovateľa distribučnej sústavy nemôžu byť prítomné v štruktúrach spoločnosti integrovaného energetického podnikateľského subjektu ani priamo, ani nepriamo zodpovedné za každodenné fungovanie výroby, distribúcie a dodávky elektrickej energie.
- **Jednotné tarify:** Od 1. júla 2007 sa považujú všetci zákazníci za oprávnených zákazníkov, čo znamená, že zákazník môže nakupovať elektrinu od dodávateľa, ktorého si vyberie. Regulačné úrady majú právo požadovať od prevádzkovateľov sústav, aby upravili tarify a zabezpečili ich primeranosť a nediskrimináciu.

- **Ochrana zraniteľných zákazníkov:** Členské štáty zabezpečia, aby malé podniky a domácnosti mali prístup k elektrickej energii určitej kvality za primerané, nediskriminačné a ľahko porovnateľné ceny. Prenosové spoločnosti majú potom povinnosť pripojiť zákazníkov k elektrickej sieti za dané tarify. Európska Komisia vydala upresnené podmienky k pristúpení alebo odstúpení zákazníka od zmluvy s poskytovateľom služieb v dokumente, ktorý je súčasťou smernice 2003/54/ES (Príloha A: Opatrenia na ochranu zákazníka), kde sa spomínajú povinnosti poskytovateľa služieb o jasných, nediskriminačných a zrozumiteľných postupoch uplatňovania cien, taríf a štandardných podmienkach.
- **Zodpovednosť krajín za spoľahlivosť a dostatočné kapacity:** Členské štáty, alebo nimi poverený regulačný úrad zabezpečia monitorovanie dodávky elektrickej energie, ktoré zahŕňa kvalitu sietí, potrebnú výstavbu nových kapacít a zaručenie dodávky elektrickej energie v čase špičky. Určujú potrebné kritéria na technické konštrukčné a prevádzkové požiadavky na dodanie elektrickej energie z výrobných kapacít pre zákazníkov a prepojenie vedení.

Členské štáty zabezpečia, aby dodávatelia elektrickej energie uvádzali podiel každého energetického zdroja z celkovej skladby palív, údaje o dopade na životné prostredie, emisiách CO₂ a údaje o rádioaktívnom odpade [3].

Touto smernicou sa značne otvoril cezhraničný trh s elektrickou energiou v Európskej únii. Veľkým krokom bolo zrušenie poplatkov za cezhraničný prenos elektrickej energie, nariadením č. 1228/2003/ES [4], ktoré bolo súčasťou druhej liberalizačnej smernice. Niektoré prepojovacie vedenia boli blokované dlhodobými medzištátnymi zmluvami, uzavretými ešte pred liberalizáciou trhu. Tento problém vyriešil Európsky súdny dvor, ktorý nariadil potreby liberalizácie trhu nad týmito zmluvami, čím sa prenosové cezhraničné vedenia dostali pod kontrolu národných regulátorov [2].

3.3 Tretia liberalizačná smernica 2009/72/ES

Ani po druhom liberalizačnom balíčku z roku 2003 [3] neexistoval v Európskej únii jednotný otvorený trh s elektrickou energiou. Išlo o prepojenie jednotlivých národných trhov, ale nie o celok. Regulačné úrady boli stále pod politickým vplyvom, tarify určovali a schvaľovali ministerstvá. Síce podľa druhého liberalizačného balíčka prevádzkovatelia distribučných sústav boli právne aj účtovne oddelení od vertikálne integrovaných podnikov, stále boli pod ich vplyvom alebo pod nepriamym vplyvom vlády [2].

Po následnom prešetroaní EK navrhla ďalší z radu liberalizačných balíčkov, tzv. tretí liberalizačný balíček z roku 2009 [5]. Ten už obsahoval právne normy pre liberalizáciu trhu a naďalej stál za vznikom agentúry regulátorov, ktorá podľa EK mala pôvodne zjednocovať ich postupy, právomoci a tvorbu noriem. To by už nebolo v súlade s Lisabonskou zmluvou, preto bola agentúre pridelená koordinačná rola [2].

Tretí liberalizačný balíček sa skladal z týchto noriem:

- Učenie nových pravidiel pre:
 - Otvorenie maloobchodného trhu a nediskriminačný prístup k jeho odberateľom a dodávateľom.
 - Systém interoperability: technické požiadavky a normy na efektívnu spoluprácu a poskytovanie služieb k pripojeniu do sústavy.
 - Spolupráca regulačných úradov jednotlivých členských štátov na integrácii trhov a vytvorení jednotného liberalizovaného vnútorného trhu.
 - Rozvoj sústavy v desaťročných plánoch, ktoré predkladajú prevádzkovatelia sústav regulačným úradom. V týchto plánoch sú uvedené opatrenia na vybudovanie alebo modernizáciu, už existujúcich infraštruktúr. Uvádzajú sa v nich investície, prognózy výroby, dodávky a distribúcie ako pre regionálne sústavy alebo celkovo pre spoločstvo.
 - Určenie kompetencií regulačných úradov.
- Nariadenie 713/2009/ES [6], ktoré upravuje a definuje vznik agentúry ACER a vymedzuje jej pôsobenie a správu.
- Nariadenie 714/2009/ES [7], ktoré ruší účinnosť nariadenia 1228/2003/ES [4] a definuje:
 - Zriadenie Európskej siete prevádzkovateľov prenosových sústav pre elektrinu (ENTSO-E), ktorá má zabezpečiť regionálnu spoluprácu prevádzkovateľov prenosových sústav.
 - Harmonizáciu pravidiel na úrovni spoločnosti s cieľom zabrániť deformácii obchodu, pretože sumy a tarify za cezhraničný prístup sa líšia.
 - Kompenzačný mechanizmus pre prevádzkovateľov prenosových sústav, ktorým vznikli náklady v dôsledku prenosu elektrickej energie v cezhraničných prenosoch cez ich sústavy.
 - Všeobecné pravidlá pre riadenie preťaženia a prístupu k cezhraničným sústavám.

Tretí liberalizačný balíček výrazným spôsobom napomohol k ďalšiemu vytvoreniu jednotného obchodného trhu s elektrickou energiou na území štátov EÚ. Aj keď celková legislatíva nebola zavedená vo všetkých štátoch úplne, vytvoril sa otvorený trh medzi štátmi, ktoré vytvárali väčšie celky. V roku 2014 vznikol trh NWE market coupling, do ktorého patria Francúzsko, Nemecko, Holandsko, Belgicko, Dánsko, Švédsko, Fínsko a Nórsko. Ide o prepojenie trhov severozápadnej časti EÚ, do ktorej vstupuje aj Rakúsko

prostredníctvom zmlúv s Nemeckom. Tento trh vznikol postupným spájaním už existujúcich menších trhov. Ďalšou skupinou je 4M MC, kde patrí Česko, Slovensko, Maďarsko a Rumunsko. V roku 2020 prebehli jednania o projekte DE-AT-PL-4M MC, ktorého cieľom je prepojiť hranice regiónu 4M MC s celoeurópskym multi-regionálnym projektom MRC [2], [8], [9].

3.3.1 ACER

Agentúra pre spoluprácu energetických regulátorov vznikla v marci 2011, ako súčasť tretieho liberalizačného balíčka, ako nezávislý orgán na podporu integrácie vnútorného otvoreného trhu s elektrickou energiou a plynom. Táto agentúra, so sídlom v Ľubľane v Slovinsku má na starosti vykonávanie technických a vedeckých úloh, ktoré napomáhajú inštitúciám EÚ a členským štátom implementovať nariadenia a prijímať rozhodnutia. Agentúra koordinuje a zhromažďuje odborné a technické znalosti, ktoré slúžia práve k vytváraniu otvoreného trhu medzi jednotlivými členskými štátmi, v súlade s politikou EÚ a regulačnými rámcami [6], [10], [11].

Cieľmi tejto agentúry je využitie výhod integrovaného, konkurencieschopného trhu, ktorý zabezpečí zákazníkom lepší výber, spravodlivé tarify, zabezpečenie nízko-uhlíkových dodávok za čo najnižšie ceny [10].

3.3.2 ENTSO-E

Európska sieť prevádzkovateľov prenosových sústav pre elektrinu reprezentuje prevádzkovateľov prenosových sústav, napríklad ČEPS (Česko), SEPS (Slovensko) z krajín v EÚ, ale aj mimo jej hranice. Bola vytvorená ako súčasť tretieho liberalizačného balíčka, normou 714/2009/ES. Cieľom je vytvorenie vnútorného trhu a podporovanie európskej energetickej a klimateckej agendy. Základom je spolupráca jednotlivých prevádzkovateľov prenosových sústav, kladenie dôrazu na integráciu obnoviteľných zdrojov energie a ochrana zákazníka [12].

4. LEGISLATÍVNE AKTY EURÓPSKEJ ÚNIE V OBLASTI KLÍMY A ENERGETIKY

4.1 Tretí energetický balíček

Tretí energetický balíček z roku 2009 bol zameraný hlavne na právne predpisy trhu s elektrickou energiou a zlepšením fungovania otvoreného vnútorného trhu. Tento balíček, teda smernica 2009/72/ES bol platný do konca roku 2020, ale pre trh so zemný plynom je stále použiteľný. Tretí liberalizačný balíček pokrýval 5 oblastí:

- Unbundling, takzvané rozdelenie jednej spoločnosti na dve spoločnosti. Aby sa zvýšila konkurencieschopnosť a spravodlivá súťaž, musí sa unbundling uskutočniť jedným z troch spôsobov, v závislosti od jednotlivých členských štátov EÚ. Prvým je oddelenie vlastníctva. Žiadna dodávateľská alebo ťažobná spoločnosť nesmie vlastniť väčšinový podiel alebo zasahovať do práce prevádzkovateľa prepravnej sústavy. Druhý spôsob je nezávislý prevádzkovateľ sústavy. Spoločnosti, ktoré dodávajú energiu môžu vlastniť a prevádzkovať siete, ale len prostredníctvom dcérskej spoločnosti, ktorá vykonáva rozhodnutia nezávisle. Tretí spôsob povoľuje spoločnostiam vlastniť siete, ale prevádzku, údržbu a investície do sietí musí prenechať inej nezávislej spoločnosti.
- Nezávislé regulačné orgány sú nevyhnutnými súčasťami správne fungujúceho konkurencieschopného vnútorného trhu. Musia byť nezávislé od odvetvia a záujmov vlády a byť vlastným právnym subjektom s oprávnením vlastného rozpočtu. Môžu vydávať rozhodnutia a pokuty za nedodržanie zákonnej povinnosti. Výrobcovia energie a jej prevádzkovatelia sú povinný poskytovať regulačným úradom presné dáta. Dôležitou súčasťou pre otvorený trh je spolupráca regulátorov z krajín EÚ a mimo nej.
- ACER je agentúra nezávislá od EK s cieľom zabezpečenia spolupráce regulačných úradov jednotlivých členských krajín EÚ. Agentúra zabezpečuje vypracovanie usmernení pre prevádzku cezhraničných plynovodov a elektrických sietí, preskúmanie vykonávania plánov rozvoja siete v EÚ, koordináciu dohody medzi regulačnými úradmi a monitorovanie fungovania trhu, cien, zabezpečenia OZE, prístupu k sieti a kontrolu práv spotrebiteľov.
- Cezhraničná spolupráca musí byť zabezpečená prevádzkovateľmi prenosových sústav tak, aby bola čo najbezpečnejšia a najúčinnnejšia. Optimálne riadenie sietí v EÚ a mimo nej zabezpečuje ENTSO-E (elektrina) a ENTSG (plyn). Tieto organizácie vypracúvajú normy a predpisy na úpravu toku energií v prenosových sústavách. Koordinujú plánovanie investícií do sietí a monitorujú vývoj nových prenosových schopností. Zahŕňa to zverejňovanie desaťročných plánov investícií na elektrinu a plyn.

- Otvorené a spravodlivé maloobchodné trhy. Táto časť určuje pravidlá na zvýhodnenie spotrebiteľov a ochranu ich práv. Zahŕňa to právo na výber alebo zmenu dodávateľa bez poplatkov navyše, získanie informácií o spotrebe energie a rýchle riešenie sporov [42].

4.2 Klimaticko-energetický balík na obdobie do roku 2020

Klimaticko-energetický balík na obdobie do roku 2020 je súbor zákonov na zabezpečenie dosiahnutia cieľa EÚ v oblasti klímy a energetiky pre rok 2020. Tento balík bol stanovený v roku 2007 a uzákonený v roku 2009. Obsahom sú tri hlavné ciele:

- 20 % zníženie emisií skleníkových plynov v EÚ oproti úrovniam v roku 1990,
- zlepšenie energetickej efektívnosti EÚ o 20 %,
- 20 % energií v EÚ z obnoviteľných zdrojov.

Jedným z hlavných bodov je revízia systému obchodovania s emisiami v EÚ. Smernica o systéme sa vzťahuje na 11 000 elektrární, energeticky náročných priemyselných sektorov, leteckú dopravu a emisie oxidu uhličitého, oxidu dusného, perfluorovaných uhlíkovodíkov, metánu, fluórovaných uhlíkovodíkov a fluoridu sírového. Celkový počet emisných kvót sa v období 2013 až 2020 znížil o 1,74 % aby boli emisie na konci tohto obdobia o 21 % nižšie ako v roku 2005 a od roku 2021 o 2,2 %. Od roku 2021 je možné obchodovanie formou aukcií s 57 % kvót a minimálne polovica výnosov krajín EÚ sa musí využiť na účely súvisiace s klímou. Boli vytvorené 2 mechanizmy financovania nízko-uhlíkových technológií. Modernizačný fond podporuje inovačné projekty v rámci energetického sektora v krajinách EÚ, kde HDP na obyvateľa v roku 2013 bol nižší ako 60 % priemeru EÚ. Tento fond zahŕňa 2 % celkového počtu kvót v období 2021-2030. Inovačný fond podporuje inovatívne technológie a inovácie v odvetviach, na ktoré sa vzťahuje systém obchodovania s emisiami, vrátane OZE, zachytávanie a využívanie oxidu uhličitého a akumulácia energie. Zdroje by mali zodpovedať trhovej hodnote minimálne 450 miliónov kvót [52], [53].

Podľa smernice o energii z obnoviteľných zdrojov sa určili záväzné ciele zvýšenia podielu OZE na hodnotu 20 % pre EÚ ako celok a v oblasti dopravy pre každú krajinu minimálne 10 % pohonných hmôt musí pochádzať z OZE. Súčasťou balíka je aj smernica o využívaní zachytávania a ukladania uhlíka z elektrární a iných veľkých zdrojov. Ide o podzemné úložiská s nepriepustnou vrstvou, ktoré zabráňujú úniku CO₂ do atmosféry. Ciele energetickej účinnosti sa vykonávajú prostredníctvom plánu energetickej efektívnosti z roku 2011. Obsahom týchto dokumentov je odborná príprava inžinierov a architektov, nové vyhovujúce druhy infraštruktúr a zariadení, ktoré spĺňajú požiadavky smernice o obchodovaní s kvótami. Posilňuje sa ekodizajn a určujú sa prísne pravidlá pre zariadenia v domácnostiach ako sú počítače, ohrievače a podobne. [52], [54], [55].

4.3 Čistá energia pre všetkých Európanov

Čistá energia pre všetkých Európanov, alebo aj Zimný energetický balík je energetický balíček EK z roku 2016, ktorý v roku 2019 prešiel aktualizáciou a pridaním nových legislatívnych predpisov, ktoré majú napomôcť k dosiahnutiu klimateckej neutrality do roku 2050. Balíček pozostáva z ôsmich legislatívnych aktov. Tie posilňujú práva zákazníka a sú základmi pre energetickú transformáciu [43], [44].

- Energetická náročnosť budov ((EU) 2018/844). Budovy spotrebujú približne 40 % vyrobenej energie a spôsobujú 36 % emisií CO₂. Stratégia obsahuje akčný plán s konkrétnymi regulačnými, finančnými a podpornými opatreniami na obnovu budov, s cieľom zdvojnásobiť ročnú mieru energetickej obnovy budov do roku 2030 a podporiť hĺbkovú obnovu. Je to tiež podstatná súčasť EGD. Členské štáty musia zaviesť dlhodobé stratégie s míľnikmi v rokoch 2030, 2040 a 2050, ktoré budú zahrnuté v NKEP [43], [45].
- Obnoviteľné zdroje energie ((EU) 2018/2001). S nastolením vedúcej pozície v oblasti obnoviteľných zdrojov nastavila EÚ podiel OZE vo výške 32 % do roku 2030. Energetický sektor spôsobuje viac ako 75 % emisií skleníkových plynov v oblasti EÚ. Doložka s možným navýšením do roku 2023 zahŕňa zvýšenie podielu obnoviteľných palív o 14 % a sprísnenie kritérií na zabezpečenie udržateľnosti bioenergie. Štáty musia v NKEP pre 2021-2030 uviesť ako splnia ciele v oblasti OZE a energetickej účinnosti [43], [46].
- Energetická účinnosť ((EU) 2018/2002). Cieľom do roku 2030 je navýšenie energetickej účinnosti na hodnotu minimálne 32,5 % z pohľadu dosiahnutia v celej EÚ. Táto hodnota je porovnávaná s prognózami pre rok 2030 z roku 2007. To znamená, že spotreba elektrickej energie by nemala prekročiť hodnotu 1 273 Mtoe primárnej energie a 956 Mtoe konečnej energie [43], [47].
- Riadenie energetickej únie ((EU) 2018/1999). Balík obsahuje silný systém riadenia energetickej únie, kde každý členský štát musí vypracovať 10-ročné národné klimatické a energetické plány (NKEP) v období 2021-2030. Tieto ciele ohľadom znižovania emisií musia byť v súlade s Parížskou dohodou. K dosiahnutiu záväzku je dôležitá vzájomná spolupráca medzi krajinami [43], [48].
- Pravidlá pre trh s elektrinou ((EU) 2019/943) je časť zameraná na vytvorenie moderného trhu s elektrinou v EÚ, ktorý je schopný integrovať väčší podiel OZE. Integrovaný trh s elektrickou energiou je nákladovo najefektívnejší spôsob dodania bezpečných a cenovo dostupných dodávok energie. Spoločnými pravidlami sa otvára trh s energiou a je možné vyrábať energiu v jednej krajine a predávať ju v inej s možnosťou výberu dodávateľa. Podľa očakávaní sa podiel OZE má zvýšiť z 25 % na 50 % do roku 2030, čo si vyžaduje prilákanie investorov v oblasti akumulácie energie na zabezpečenie dodávky energie v čase, keď nesvieti slnko a nefúka vietor. Vyvažovanie energetických sietí a úspora prebytočnej energie akumuláciou je zásadným

kokom k integrácii väčšieho počtu OZE do systémov. EK označila batérie ako strategický hodnotový reťazec, v ktorom sa musia zintenzívniť inovácie a investície s cieľom posilniť stratégiu priemyselnej politiky [43], [49], [50].

- Spoločné pravidlá pre vnútorný trh s elektrinou ((EU) 2019/944) nahrádza Tretí liberalizačný balíček (2009/72/ES) a nové Nariadenie o vnútornom trhu s elektrickou energiou ((EU) 2019/943) nahrádza smernicu 714/2009/ES. Nové smernice zavádzajú limit pre elektrárne, ktoré sú oprávnené prijímať dotácie ako kapacitné mechanizmy. Postupne sa ruší dotácia na výrobnú kapacitu emitujúcu 550 g CO₂.kWh⁻¹ alebo viac [43], [49].
- Príprava na riziká ((EU) 2019/941) vyžaduje od členských štátov pripravenie plánov riešenia potenciálnych kríz v elektroenergetike a vhodné metódy na prevenciu a zvládnutie nožnej situácie. Táto iniciatíva nadviazala na nezávislú správu z roku 2015, ktorá upozornila na predošlé skúsenosti, kde členské štáty reagovali na potenciálne krízy len vnútroštátne a nebol braný ohľad na cezhraničný efekt. Tým narušovali fungovanie trhu, čo malo za následok zvyšovanie cien elektriny. Nové nariadenie vyžaduje aby krajiny spoločne identifikovali možné scenáre energetickej krízy na vnútroštátnej a regionálnej úrovni a na ich základe vypracovali plány pripravenosti. Zároveň to vytvára nový rámec systematickejšieho monitorovania bezpečnosti dodávok energií prostredníctvom Koordinačnej skupiny pre elektrinu. Členovia tejto skupiny zastupujú národné vládne orgány, národné regulačné orgány, ACER a ENTSO-E. Nové pravidlá majú zabezpečiť čo najväčšiu pripravenosť na elektrické krízy a efektívne riadenie, ktoré zabezpečí čo najdlhšiu funkciu trhu s elektrickou energiou [43], [49], [51].
- ACER ((EU) 2019/942) upravuje nariadenie 713/2009/ES o vytvorení agentúry pre spoluprácu energetických operátorov, ktorá vznikla ako súčasť tretieho liberalizačného balíčka. V pôvodnej forme bolo hlavnou úlohou agentúry monitorovanie, koordinácia a poradenstvo. Keďže nové pravidlá týkajúce sa trhu predpokladajú s väčšou cezhraničnou spoluprácou, agentúre sú pridelené väčšie právomoci. ACER bude mať dohľad nad regionálnymi koordinačnými centrami, kde budú môcť prevádzkovatelia prenosových sústav rozhodovať o otázkach, ktoré by mohli nepriaznivo ovplyvniť trh a spotrebiteľov. Nový prístup zefektívni regulačné postupy a národné regulačné orgány budú aj naďalej zapojené do procesu rozhodovania [43], [49].

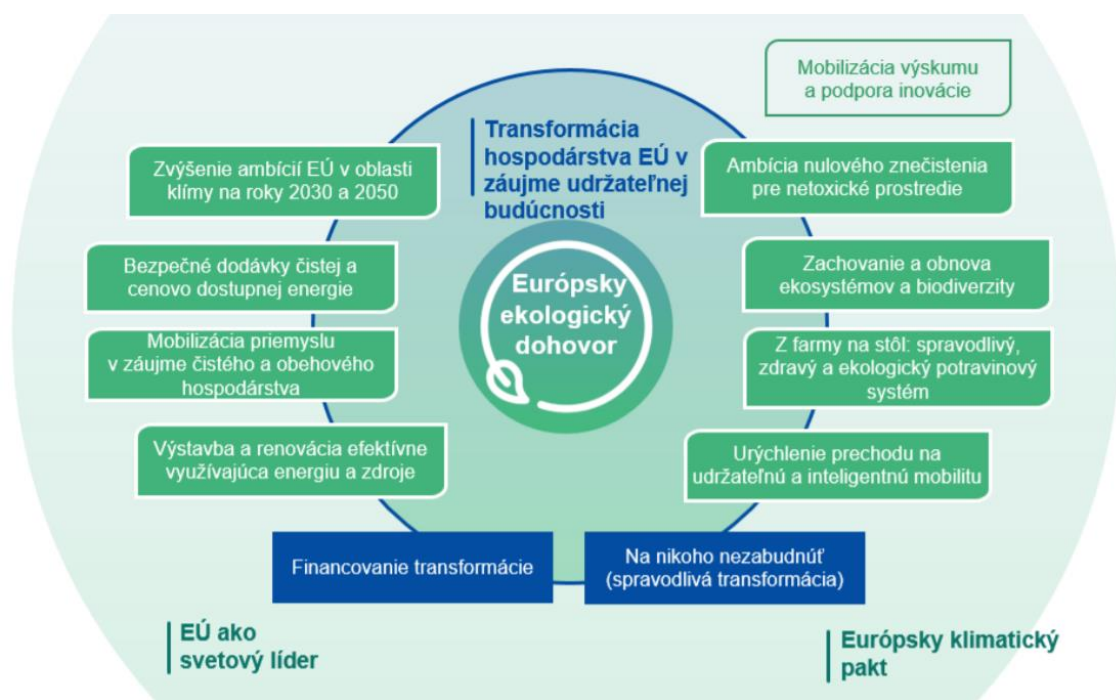
Tabuľka 1: Prehľad legislatívnych procesov navrhnutých EK 30.11.2016 pre balík Čistá energia pre všetkých Európanov [43]

Názov	Označenie	Medziinštitucionálne rokovania EÚ	Schválenie EP	Schválenie radou
Energetická náročnosť budov	(EU) 2018/844	Politická dohoda	17.4.2018	14.5.2018
Obnoviteľné zdroje energie	(EU) 2018/2001	Politická dohoda	13.11.2018	4.12.2018
Energetická účinnosť	(EU) 2018/2002	Politická dohoda	13.11.2018	4.12.2018
Riadenie energetickej únie	(EU) 2018/1999	Politická dohoda	13.11.2018	4.12.2018
Pravidlá pre trh s elektrinou	(EU) 2019/943	Politická dohoda	26.3.2019	22.5.2019
Spoločné pravidlá pre vnútorný trh s elektrinou	(EU) 2019/944	Politická dohoda	26.3.2019	22.5.2019
Príprava na riziká	(EU) 2019/941	Politická dohoda	26.3.2019	22.5.2019
ACER	(EU) 2019/942	Politická dohoda	26.3.2019	22.5.2019

5. EURÓPSKY EKOLOGICKÝ DOHOVOR (EUROPEAN GREEN DEAL)

Európsky ekologický dohovor je dokument, ktorý predstavila Európska Komisia 11. decembra 2019. Patrí medzi hlavné legislatívne dokumenty EK pod vedením Ursuly von der Leyen, s cieľom dosiahnuť klimatickú neutralitu Európy do roku 2050 a stať sa tak prvým kontinentom, ktorému sa to podarilo dosiahnuť. Do roku 2030 sa očakáva, že emisie by mali klesnúť o 50 % až 55 %. Týka sa to všetkých odvetví hospodárstva, pretože veľká časť z nich má podiel na tvorbe skleníkových plynov [13].

Medzi účinné nástroje dosiahnutie tohto cieľa patrí spolupráca členských štátov a zakončenie v legislatíve. Európsky ekologický dohovor je možné rozdeliť do 8 kategórií alebo odvetví, ktoré budú touto zmenou zasiahnuté [14].



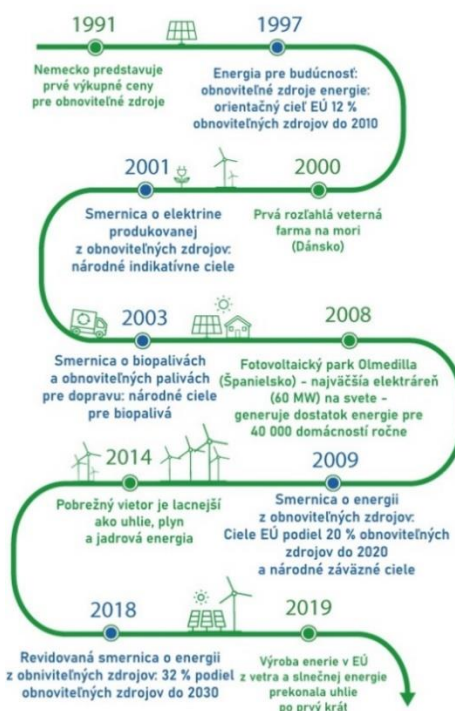
Obrázok 1: Európsky ekologický dohovor [14]

5.1 Zvýšenie ambícií EÚ v oblasti klímy na roky 2030 a 2050

Podľa EK na dosiahnutie klimatickej neutrality do roku 2050 je nutné dosiahnuť zníženie emisií skleníkových plynov o 50 % až 55 % do roku 2030, v porovnaní s referenčným rokom 1990. Je to podstatné zvýšenie ambícií od predošlých, ktoré sa pohybovali v hodnote 40 %. Tento návrh je aj v súlade s Parížskou dohodou, ktorej cieľ je udržať zvyšovanie globálnej teploty pod hranicou 2 °C, blížiac sa k hodnote 1,5 °C [15].

EK do júna 2021 preskúma a posúdi jednotlivé politické nástroje a navrhne ich prípadnú revíziu. Medzi hlavné ciele do roku 2030 patrí podiel obnoviteľných zdrojov energie, ktorý má byť 32 % a vylepšenie energetickej účinnosti na hodnotu 32,5 % [13], [16].

Výroba elektrickej energie spôsobuje viac ako 75 % emisií skleníkových plynov na území EÚ. Ambícia zvýšiť podiel obnoviteľných zdrojov energie na 32 % je základným krokom k dosiahnutiu klimatickej neutrality. Obsahuje tiež klauzulu s možným navýšením do roku 2023. Ide o navýšenie požiadaviek smernice 2009/28/ES, ktorá mala za cieľ dosiahnuť 20 % podiel do roku 2020. Všetky členské štáty musia zabezpečiť, aby aspoň 10 % z ich pohonných hmôt pochádzalo z obnoviteľných zdrojov do roku 2020 [17].

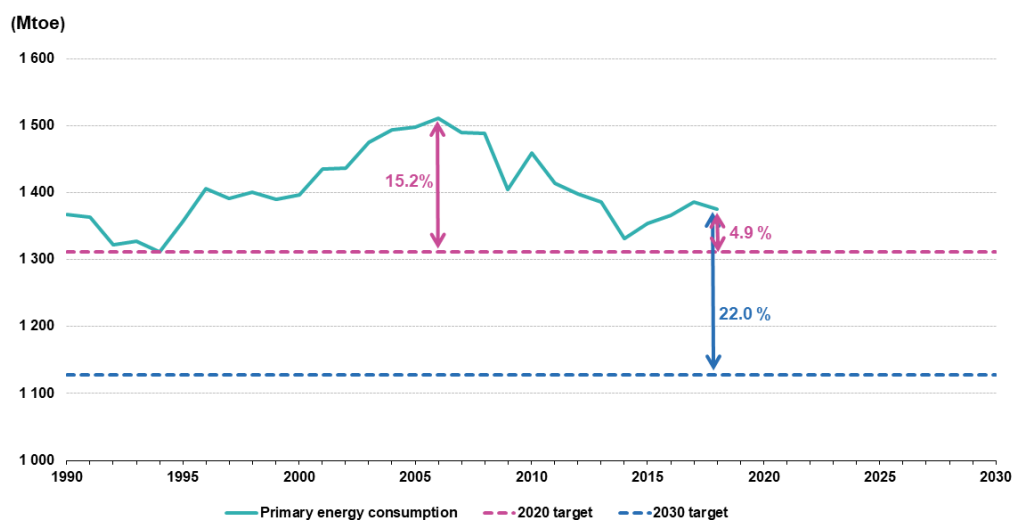


Obrázok 2: Časová os obnoviteľných zdrojov energie [17]

Efektívne využitie elektrickej energie vedie k nižšej spotrebe a úctom za eklektickú energiu. Tým sa zníži výroba energie ako aj závislosť na externých dodávateľoch ropy a plynu, čo vedie k zmierneniu podnebia a chráneniu životného prostredia. Preto je nutné zvyšovanie energetickej účinnosti od výrobcov až po spotrebiteľov. Aby bol takýto prechod čo najviac efektívny, je potrebné vytvárať opatrenia tam, kde je najväčší

potenciál toho, že výsledky prevážia počiatočné investície. Medzi nich patrí napríklad renovácia budov [18].

V decembri 2018 EK uplatnila legislatívu 2018/2002, ktorá navyšuje cieľ EÚ v oblasti energetickej účinnosti do roku 2030 na 32,5 % s možným navýšením do roku 2023, v porovnaní s prognózami využitia elektrickej energie pre rok 2030. Hodnota elektrickej spotreby 32,5 % v roku 2030 pre EU-28 (EÚ so Spojeným Kráľovstvom) by nemala byť vyššia ako 1 273 Mtoe (14 805 TWh). Po Brexite, EU-27 je limitná hodnota 1 128 Mtoe (13 118,64 TWh). EK vyžaduje od členských štátov, aby predložili svoje 10-ročné plány v oblasti energetiky a podnebia pre horizont 2021 až 2030, kde uvedú postupy k dosiahnutiu cieľov v oblasti emisií a energetickej účinnosti pre rok 2030 [18].



Source: Eurostat (online data code: nrg_ind_eff)

eurostat

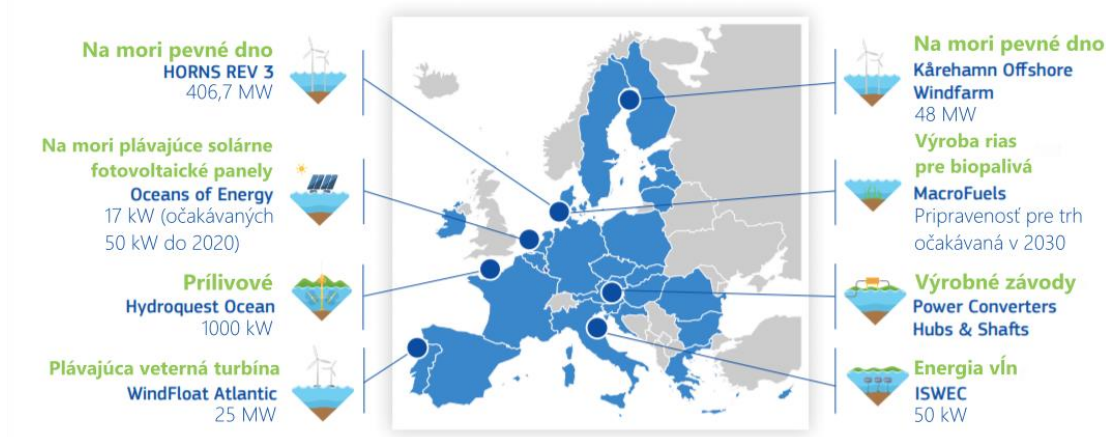
Obrázok 3: Ciele spotreby elektrickej energie pre EU-27 od 2020 do 2030 [19]

EÚ začala svoje pôsobenie k dosiahnutiu klimatickej neutrality modernizáciou a transformáciou hospodárstva. Od roku 1990 do roku 2018 sa emisie skleníkových plynov znížili o 23 %, napriek tomu, že ekonomika vzrástla o 61 %. Pri súčasnom trende, by politiky jednotlivých krajín boli schopné znížiť produkciu emisií do roku 2050 o 60 %. Aj preto je dôležité vypracovávať ďalšie ambiciózne kroky a návrhy, do ktorých sa musia zapojiť odvetvia ako priemysel, doprava, stavebníctvo, agrikultúra a lesníctvo [14], [20].

5.2 Bezpečné dodávky čistej a cenovo dostupnej energie

Na výrobu a využívanie elektrickej energie všetkými hospodárskymi sektormi pripadá 75 % emisií skleníkových plynov v celej EÚ. Cieľom je zvyšovanie energetickej účinnosti, zvýšenie podielu obnoviteľných zdrojov a urýchlené odstavovanie uhlia a dekarbonizácia plynu. Dôležitou súčasťou je aj cenovo dostupná a bezpečná energia pre podniky a domácnosti [13], [14].

Veterné elektrárne zachytávajú kinetickú silu vetra a premieňajú ju na elektrickú energiu. Veterné turbíny sú zvyčajne nakonfigurované ako veterné farmy, ktoré pokrývajú oblasť niekoľko kilometrov štvorcových, buď na mori, alebo na pevnine. Využívajú tak vietor z mora a vietor na pobreží. Obnoviteľná energia na mori nečelí niektorým nevýhodám, ktoré majú obnoviteľné zdroje na pobreží ako sú kopce, budovy alebo cesty. Najväčšou nevýhodou je konkurencia prístupu k morskému priestoru. Vývoj výroby a konštrukcie veterných turbín znižuje náklady na ich výstavbu, čím dosahuje, aby veterná energia bola ako jeden z kľúčových faktorov prechodu na obnoviteľné zdroje, pretože neemitujú skleníkové plyny. Tento sektor tiež prispieva k európskemu hospodárstvu, pretože vytvára nové pracovné pozície. Traja z piatich najväčších výrobcov veterných turbín sídlia v Európe. Európske spoločnosti tak pokrývajú 90 % globálneho trhu. Povolenie procesy by v niektorých členských štátoch mohli byť prekážkami, preto EK vydala revidovanú smernicu 2018/2001/EU, ktorá uľahčí procesy pridelenia povolení pri dodržiavaní environmentálnych noriem. Aby sa využil celý potenciál veternej energie z mora a zvýšila sa spolupráca s inými krajinami, je EÚ členom NSEC. Súčasťou revízie TEN-E je zohľadnenie regionálnej spolupráce v oblasti rozvoja infraštruktúry pobrežnej a mimo pobrežnej sústavy. Pre udržanie rastu teploty pod 1,5 °C a dosiahnutiu tak cieľa do roku 2050 je potrebných podľa EK 240 GW až 450 GW elektrickej energie vyrobenej z energie vetra. Podľa predpokladov, by energia vyrobená mimo pobrežia mala tvoriť v roku 2050 30 % z dopytu. Kladie sa tiež dôraz na udržateľnosť, ochranu životného prostredia a biodiverzity [21], [22].



Obrázok 4: Príklady projektov a výrobných miest [22]

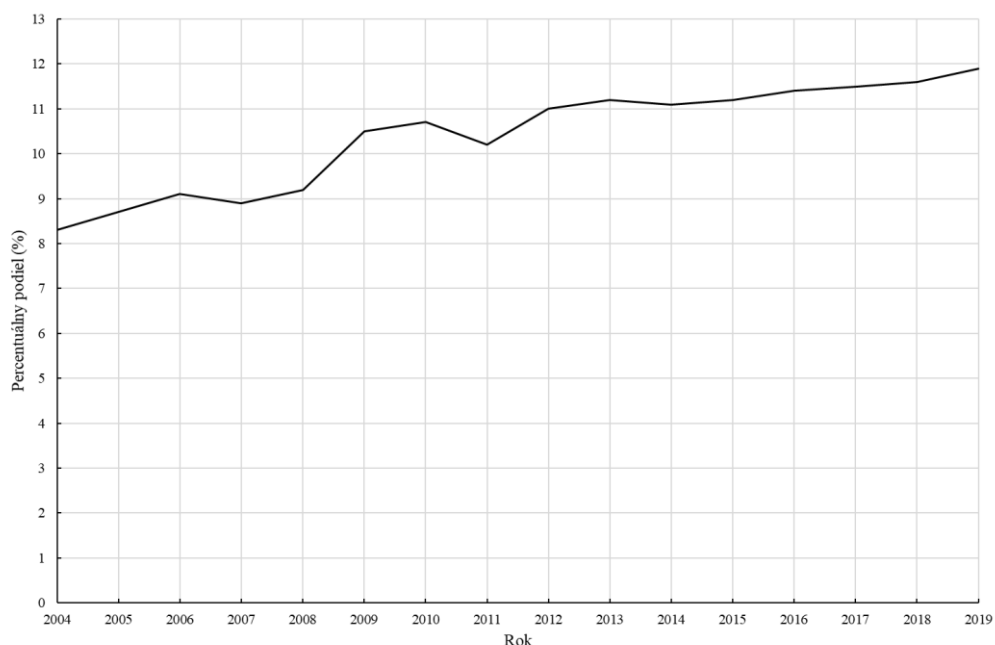
EK v novembri 2020 vydala osobitú stratégiu pre energiu z obnoviteľných zdrojov energie na mori COM(2020)741. Táto stratégia navrhuje ďalšie spôsoby na dlhodobu udržateľný rozvoj tohto odvetvia [22].

Aby sa maximalizoval dosah a vplyv, zameriava sa na:

- Prístup do morského priestoru.
- Industriálne a zamestnanecká dimenzie.
- Regionálna a medzinárodná spolupráca.
- Technologický prenos výskumných projektov z laboratória do praxe.

5.3 Modernizácia priemyslu v záujme čistého a obehového hospodárstva

Dosiahnutie cieľa klimatickej neutrality do roku 2050 si vyžaduje mobilizáciu celého priemyslu. Transformácia priemyslového odvetvia, vrátane hodnotových reťazcov trvá 25 rokov. Preto je nutné zahájiť aktivitu do roku 2025. Podľa Global Resources Outlook 2019 [23] sa od roku 1970 do roku 2017 stornásobila ročná svetová ťažba materiálov a naďalej rastie. Získavanie surovín, spracovanie potravín, materiálov a palív spôsobuje vyše 90 % straty biodiverzity, nedostatku vody a približne polovicu emisií skleníkových plynov. Aj napriek už začatej transformácii priemyslu, stále na neho pripadá 20 % emisií skleníkových plynov v EÚ. Údaje z Eurostatu ukazujú, že len necelých 12 % materiálov použitých v priemysle pochádza z recyklácie [13], [14].



Obrázok 5: Percento recyklovaného materiálu použitého v priemysle, zdroj údajov: Eurostat [24]

Na riešenie tejto problematiky prijala EÚ Nový akčný plán pre obehové hospodárstvo [25] a priemyselnú stratégiu, ktoré pomôžu s jeho modernizáciou nielen v Európe, ale aj vo svete. Akčný plán zahŕňa politiku udržateľných výrobkov. Cieľom je uprednostniť znižovanie objemu a opätovné využívanie výrobkov, pred ich recykláciou. Základom bude nadviazanie na stratégiu pre plasty z roku 2018 a boj proti pridávaniu mikroplastov a úniku plastov. Aby sa zabránilo dovozu environmentálne škodlivých výrobkov do EÚ, podporia sa nové obchodné modely, ktoré stanovujú požiadavky a zvýšia zodpovednosť výrobcov. Priemyselná stratégia je navrhnutá skupinou expertov z rôznych priemyselných odvetví, ako sú napríklad výroba hliníka, ocele alebo cementu, ktoré tvoria viac ako polovicu spotrebovanej elektrickej energie v EÚ a sú tak energeticky náročné. Ich zameranie je spravodlivá transformácia, rovnováha medzi konkurencieschopnosťou a cieľmi v dosahovaní klimatickej neutrality. Tieto opatrenia, ktoré budú zároveň monitorované a tiež k nim bude poskytnuté poradenstvo, zahŕňajú privedenie nových investícií, vytváranie trhov s neutrálnymi obehovými výrobkami, rozvoj čistej technológie a prechod na alternatívne zdroje energie a surovín [14], [26].

Dôležitú úlohu v tom hrajú aj pravdivé a overiteľné informácie na zabránenie šírenia klamlivej a zavádzajúcej reklamy. Spoločnosti, ktoré sa prezentujú ako ekologické by svoje tvrdenie mali dokázať podľa metodiky hodnotiacej vplyv na životné prostredie. Vznikol by takzvaný elektronický pas výrobku, ktorý obsahuje informácie o pôvode výrobku, zložení, opravách, demontáži a spracovaní na konci životnosti. Na dosiahnutie je potrebné zlepšenie digitalizácie v podobe 5G sietí, umelej inteligencie, internetu vecí, ktorá môže poskytnúť diaľkové monitorovanie znečistenia ovzdušia a vody a optimalizáciu využívania energie. [14].

Na zníženie odpadu môže mať vplyv aj udržateľná výrobná politika. V oblastiach, kde nie je možné zabrániť vzniku odpadu je potrebné ho čo najviac využiť, eliminovať, poprípade minimalizovať jeho dopad na životné prostredie. Jedným z krokov je model triedeného zberu odpadu a zákaz vyvážania odpadu za svoje hranice, čo vedie k prehodnoteniu pravidiel prepravy nezákonného vývozu [14].

5.4 Výstavba a renovácia efektívne využívajúca energiu a zdroje

Výstavba, využívanie a obnova budov je náročná nielen na nerastné suroviny ako sú piesok, štrk a cement, ale aj na spotrebu elektrickej energie, ktorá tvorí približne 40 %. Aby sa dosiahli ciele energetickej efektívnosti bude potrebné zdvojnásobiť súčasné miery fondov obnovy, ktoré sa pohybujú v rozmedzí od 0,4 do 1,2 %. Doménou iniciatívy s názvom vlna obnovy sú návrh a konštrukcia nových alebo už existujúcich budov s nulovými emisiami, nulovým znečistením a elektrárnami. Táto iniciatíva má dve zložky. Po prvé, zmena v navrhovaní a stavaní budov s cieľom zníženia emisií, zvyšovanie energetickej účinnosti a zvýšenie efektívnosti pri existujúcich budovách. Druhá zložka je prechod na energeticky pozitívne budovy, ktoré vyrábajú elektrinu pomocou obnoviteľných zdrojov

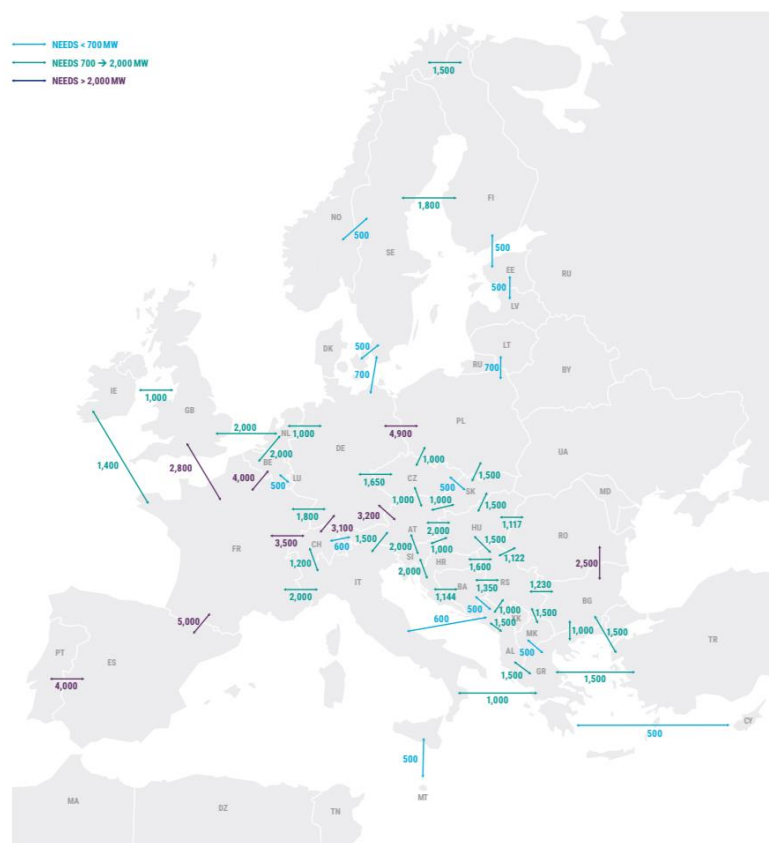
a pokrývajú tak potreby na vykurovanie a chladenie s tým, že prispievajú k stabilite elektrickej siete. Tieto dve zložky sú úzko prepojené, pretože s vyššou efektívnosťou sa znižujú potreby na vykurovanie a ochladzovanie. Takýto koncept podporí stavebný sektor a môže byť využívaný aj pri objektoch ako sú školy, nemocnice, verejné budovy, komerčné budovy a podobne. Jednou z možností, ktoré EK navrhuje je zahrnúť emisie z budov do európskeho obchodovania s emisiami [14], [27].

5.5 Urýchlenie prechodu na udržateľnú a inteligentnú mobilitu

Na dosiahnutie klimatickej neutrality je potrebné znížiť emisie z dopravy do roku 2050 o 90 %, ktoré momentálne tvoria približne štvrtinu skleníkových plynov v EÚ a stále sa zvyšujú. Znižovanie emisií sa bude týkať všetkých druhov dopravy vrátane cestnej, vodnej, leteckej a železničnej. Hlavnou časťou bude presunutie cestnej dopravy, ktorá tvorí najväčšie zastúpenie na železničnú či vodnú dopravu, čo bude mať za následky zvýšenie kapacít a zlepšenie riadenia [14].

6. PREVÁDZKOVATELIA PRENOSOVÝCH SÚSTAV V EÚ

Na dosiahnutie klimatickej neutrality s prihliadnutím na dodržanie bezpečnosti a nákladov dodávky elektrickej energie sú potrebné investície do cezhraničných prenosových sietí. Do roku 2025 sa na základe 10-ročných plánov očakáva rozšírenie o 35 GW, do roku 2030 na hodnotu 50 GW a do roku 2040 ďalších 43 GW. Elektrifikácia, digitalizácia a integrácia smart sector zohrajú dôležitú úlohu pri začlenení veľkého počtu OZE do jadra sústav dekarbonizovaného energetického systému. Vyžaduje si to vypracovanie stratégií prevádzkovateľov prenosových sústav v spolupráci prevádzkovateľmi distribučných sietí a so všetkými zahrnutými subjektmi v oblasti prenosovej kapacity, skladovania, hybridnej offshore infraštruktúry a technológií Power to X. Očakávajú sa rôzne hybridné projekty spájajúce veternú energiu a trh s elektrinou [75].



Obrázok 6: Potreby navýšenia cezhraničných kapacít do roku 2040, hodnoty v MW [76]

Správy 10-ročných plánov z roku 2020 uvádzajú možné scenáre ako sa bude vyvíjať energetická budúcnosť v Európe do roku 2050. Jednotlivé scenáre nie sú prognózy, ale predstavujú škálu scenárov, podľa ktorých je možné vytvárať projekty v oblasti elektrickej a plynovej infraštruktúry. Tieto scenáre sa riadia technicky spoľahlivými cestami, ktoré odrážajú špecifiká krajín, aby bola dosiahnutá klimatická neutralita [77].

Scenár „**Global Ambition**“ uvažuje mierny ekonomický rast, založený na udržateľnosti. Ambícia udržať nárast teploty pod hodnotou 1,5 °C ukazuje úplnú dekarbonizáciu do roku 2050. Súčasťou scenáru je adaptácia vozidiel bez emisií, ktoré sú najmä ťažkej doprave poháňané vodíkom a zeleným plynom. Zvýšenie energetickej účinnosti je dosiahnuté zlepšením technológií v komerčnom a rezidenčnom sektore. Vďaka používaniu hybridných tepelných čerpadiel, ktoré vyrábajú teplo z elektrickej energie a plynu sa efektívne využíva elektrická a plynová infraštruktúra. Elektrifikáciou sa fosílna palivá nahrádzajú obnoviteľnými a dekarbonizovanými plynmi. Technológie zachytávania a ukladania uhlíka sa využívajú v procesoch, kde nie je možné fosílna palivá nahrádzať elektrinou alebo plynom. Pri tomto scenári je slnečná energia a vietor hlavnými zdrojmi elektrickej energie. Výroba energie ostáva prevažne centralizovaná s veternými farmami na severe Európy a so solárnymi elektrárnami na juhu. Výstavba nových jadrových elektrární nie je vo veľkej miere rozšírená kvôli vysokým nákladom a nie priaznivej spoločenskej prijateľnosti. Globálne obchodovanie s emisiami umožňuje nahradenie výroby elektrickej energie z uhlia za plyn. Z dlhodobého hľadiska sa na vyváženie OZE využíva technológia Power-to-gas a batérie [78].

Scenár „**Distributed Energy**“ predpokladá decentralizovanú výrobu energie, aktívne zapojenie spoločnosti, ktorá sleduje trendy v oblasti klímy a uskutočňuje environmentálne a zodpovedné investície. Priaznivo nastavený trh umožňuje väčší počet záujemcov o možnosť investovať. Dobro rozvinutou verejnou dopravou a nakupovaním lokálnych produktov, čím klesá preprava ťažkých nákladov na primeranú úroveň, je možné doceliť účinnejšiu dekarbonizáciu dopravného odvetvia. Lodná, letecká, ale aj cestná doprava ťažkých nákladov využíva kvapalné obnoviteľné palivá, plyn a vodík. Renováciou obytných a komerčných budov pomocou elektrifikácie vykurovania tepelnými čerpadlami rastie energetická účinnosť. Tieto čerpadlá sú napájané elektrinou z decentralizovaných FVE. Pri lokalitách s obmedzeným potenciálom solárnej energie sa využívajú hybridné systémy, ktoré v kombinácii s batériami umožňujú flexibilitu. V odvetviach, kde je ťažké dosiahnuť dekarbonizáciu sa využívajú technológie zachytávania a uskladnenia uhlíka. Decentralizovaná výroba elektrickej energie sa skladá z rastúceho množstva OZE, kde prevládajú malé FVE, doplnené VTE. Plynové elektrárne sa využívajú zozatia pri postupnom odstavovaní uhlia a redukovaní jadrových elektrární. Z dlhodobého hľadiska plynové elektrárne spaľujú obnoviteľné a dekarbonizované plyny s veľkou mierou využitia technológie Power-to-gas [78].

Scenár „**National Trends**“ sleduje trendy vyvíjajúce sa na národnej úrovni. Klimatická politika riadená EÚ sa vyvíja v prospech národných riešení. V odvetviach nastáva stabilný rozvoj a spoločenská ambícia je ovplyvnená cenovou dostupnosťou. NKEP je podporovaný dotáciami z EÚ a obchod s emisiami tlačí Európu k dekarbonizácii. Elektrické a hybridné vozidlá sú na miernom vzostupe a v ťažkej doprave sa využívajú vozidlá spaľujúce plyn a ropu s vysokým podielom bioplynu a zelených plynov. Celková potreba energie v sektore dopravy je znížená väčším prechodom na elektromobily a vyššou účinnosťou spaľovacích motorov. Energetická účinnosť sa zvyšuje počtom

elektrických tepelných čerpadiel, ktoré sú prístupné v nových efektívnych budovách. Stále je prítomný pomerne veľký podiel plynových spotrebičov, pričom sú súčasťou hybridných čerpadiel. Dopyt po energii v sektore priemyslu je stabilný, pretože opatrenia na zvyšovanie energetickej účinnosti sú v rovnováhe s ekonomickým rastom. Po roku 2030 sa zvýši dopyt po plyne a elektrine, ktoré nahradili ropu a uhlie. V energetickom sektore je viditeľný nárast výroby z veternej a slnečnej energie, pričom jednotlivé krajiny určujú uprednostňovanie technológií. Výroba elektrickej energie je centralizovaná. Decentralizovaná výroba je v oblastiach, kde je možná investícia do vlastnej výroby. Skladovanie energie narastá len mierne a je limitované dostupnosťou batériových riešení veľkého rozsahu. Elektrina vyrobená z plynu nahradzuje uhlie a čiastočne aj jadro, kvôli národným regulačným predpisom a poskytuje flexibilitu na vyváženie OZE v dlhodobom horizonte [78].

Kritérium pre výber krajín bol ich energetický výrobný mix s veľkou penetráciou OZE. Na základe toho boli vybraní nasledujúci prevádzkovatelia prenosových sústav.

Tabuľka 2: Zoznam krajín a prevádzkovateľov prenosových sústav

Krajina	Názov prevádzkovateľa prenosovej sústavy
Dánsko	Energinet
Francúzsko	Réseau de Transport d'Électricité
Nemecko	Amprion, TenneT
Veľká Británia	National Grid ESO
Španielsko	Red Eléctrica de España
Česká republika	ČEPS

6.1 Energetické projekty Dánska

Energinet je prevádzkovateľ dánskej národnej prenosovej sústavy, ktorý je vlastnený štátom a spadá pod ministerstvo pre klímu a energetiku. Dánsko má vďaka svojej polohe obrovský potenciál pre obnoviteľné zdroje energie, hlavne pre veternú energiu, ktorá sa nachádza v Severnom mori a predstavuje až 40 GW. To by vystačilo na vytvorenie vodných fariem, ktoré dokážu pokryť približne trojnásobok spotreby Dánska a preto je dôležitý nielen pre samotné Dánsko, ale aj pre celú Európu. Táto dánska prenosová spoločnosť vytvorila stratégiu s názvom „Winds of change“, ktorá má zabezpečiť energetickú transformáciu. Je rozdelená na štyri časti a to sektorové prepojenie, rozsiahla veterná energia na mori, solárna a veterná energia za trhových podmienok a spolupráca so spoločnosťou. Z dôvodu väčšieho využívania veternej energie, je potrebná výstavba

nových vzdušných vedení na vysokonapäťovej úrovni. Kvôli dopadu na vzhľad krajiny a nesúhlas obyvateľov bude potrebná ich minimalizácia [65].

Sektorové prepojenie je v Dánsku rozdelené do troch fáz. Prvou fázou bolo založenie diaľkového vykurovania a decentralizovaných zariadení na kombinovanú výrobu elektriny a tepla. Prebytočné teplo z výroby elektriny využívajú plynové generátory na výrobu tepla alebo elektriny, ktorá je dodávaná do veľkých obytných štvrtí. Druhou fázou je elektrifikácia a výroba bioplynu zo zvyškových produktov v poľnohospodárstve. V oblastiach mimo diaľkového vykurovania sa olejové kotly nahrádzajú tepelnými čerpadlami. V sektore diaľkového vykurovania sú zriaďované veľké tepelné čerpadlá na elektrický prúd. Ďalšou časťou je postupná elektrifikácia železničnej a cestnej dopravy. Treťou fázou je použitie technológie s názvom „Power to X“, ktorá elektrolyzou premení elektrinu vyrobenú z obnoviteľných zdrojov na vodík, ktorý sa ďalej spracováva na zelený plyn alebo na palivá pre lode, lietadlá a nákladné automobily. Plynový systém a zásobníky plynu budú môcť ukladať elektrickú energiu, ktorá bola premenená na vodík alebo bioplyn. To vyrieši problém v oblasti akumulácie a dodávok v čase, keď nesvieti slnko a nefúka vietor [65], [66].

Energinet v rámci zelenej transformácie energetiky spolupracuje s univerzitami a výrobcami na projektovaní nových podzemných vedení a lepšieho využitia kapacity káblov. Technické štúdie ukázali, že je možné implementovať 15 % zo 400 kV vedenia z Holstebro k hraniciam pomocou podzemného kábla. Podzemné káble nie je možné použiť pre celé vedenie z dôvodu rušenia elektrickej siete, čo by mohlo mať za následok jej poškodenie. Spolu s Holandskom a Nemeckom skúmajú využitie energetických ostrovov v Severnom mori. Do roku 2030 odporúčajú vybudovať viacero energetických ostrovov s výkonom 10 – 15 GW. Ďalším projektom je potenciálne absorbovanie, ukladanie a distribúcia energie z OZE prevedenej na vodík prostredníctvom elektrolyzy. Projekt ukázal prepravu až 15 % vodíka v zemnom plyne v uzavretom systéme s vysokým tlakom, ktorý pozostáva z komponentov a infraštruktúry prenosovej a distribučnej siete. Testy ukázali, že v porovnaní so zemným plynom nie je žiaden zvýšený únik vodíka zo systému a testované komponenty plynového systému sú schopné udržať vodík bez väčších modifikácií [65], [66].

6.2 Energetické projekty Francúzska

Plán francúzskej politiky v oblasti klímy je zameraný na uhlíkovú neutralitu do roku 2050 prostredníctvom zvyšovania energetickej účinnosti (zníženie konečnej spotreby z 1600 TWh na 900 TWh), elektrifikácie sektorov (elektrina ako konečné palivo od 25 % do 50 % do roku 2050), rozvojom OZE a znižovaním podielu jadrovej energie, ktorý by v roku 2035 mal klesnúť na 50 %. V roku 2019 bol podiel elektrickej energie vyrobenej jadrovými elektrárnami vyše 70 %. Predpokladom je využívanie plynu z biomasy a elektriny vyrobenej elektrolyzou. Prechod na vodíkové hospodárstvo je symbolom energetickej transformácie Francúzska, preto vláda vydala nový zákon o klíme a energetike

a Národnú nízko-uhlíkovú stratégiu. Ministerstvo pre ekologický prechod poverilo Medzinárodnú energetickú agentúru (IEA) a prevádzkovateľa národnej prenosovej sústavy, aby vypracovali rámcovú štúdiu, ktorá identifikuje podmienky a požiadavky technickej realizovateľnosti scenárov energetickej transformácie [56], [64].

Francúzsky prevádzkovateľ prenosovej sústavy Réseau de Transport d'Électricité (RTE) sa na príprave budúceho energetického systému podieľa ekonomickými, technickými a environmentálnymi analýzami. Vo Francúzsku sa využíva elektrina s nízkym obsahom uhlíka, vďaka veľkému počtu jadrových elektrární, ktoré boli vybudované v 80. a 90. rokoch. Z hľadiska životnosti jadrových elektrární, ktorá je predpokladaná na 60 rokov existujú 2 možnosti udržania emisií na minime. Prvou možnosťou je výmena vyradovaných reaktorov za nové s doplnením vyššieho podielu OZE a získať tak do roku 2050 energetický mix bez emisií uhlíka. Druhou možnosťou je ich úplná výmena za OZE, čo by do roku 2050 predstavovalo 85 % až 90 % podiel a do roku 2060 100 % podiel. Obidve možnosti sú zamerané na značné rozšírenie FVE a VTE, zatiaľ čo druhá možnosť nastoľuje otázky ohľadom technickej uskutočniteľnosti. Chýbajú totiž skúsenosti s prevádzkou systémov, ktoré sa využívajú len ako záložné systémy. Závěry sa zameriavajú na štyri súbory prísnych podmienok integrácii veľkého podielu OZE do sústavy. Prvým je sila systému so znížením zotrvačnosti. Stabilita vzájomne prepojeného energetického systému je založená na alternátorových rotoroch konvenčných elektrární, ktoré rotujú na frekvencii 50 Hz. Tieto stroje stabilizujú systém pri poruchách. Začleňovaním väčšieho počtu FVE a VTE, by rotačné generátory neboli súčasťou siete v takom rozsahu, čo by viedlo k zníženej stabilite systému. Štúdia konštatuje, že aj napriek tomu, že existujú technické riešenia, sú v štádiu skúmania a je potrebné ich testovať v reálnych podmienkach a vo veľkých aplikáciách [56].

Druhou časťou sú zdroje primeranosti a flexibility na zvládnutie premenlivosti veternej a solárnej energie. Keďže potenciál vodných elektrární je vo Francúzsku vyvinutý na takmer celý potenciál, hlavnú úlohu v oblasti OZE budú mať FVE a VTE. Dosiahnutie podielu 50 % OZE je možné s existujúcimi konvenčnými zdrojmi pri dostatočnej flexibilitě dopytu a alebo distribuovanom skladovaní energie. Ďalšie zvyšovanie podielu by si vyžadovalo navýšenie jednotiek v čase špičky, rozsiahlejšie skladovanie alebo riadenie na strane dopytu. Je potrebné podniknúť kroky, aby sa určité zdroje flexibility využili na priemysel ako výroba elektrických vozidiel alebo syntetických palív (Power-to-gas, Power-to-hydrogen) a skladovanie. Tretím súborom sú prevádzkové rezervy. Integrovanie veľkého množstva OZE do sústavy si vyžaduje osobitné kroky zamerané na vyrovnanie s decentralizovanou výrobou a to ovplyvní veľkosť a využitie prevádzkových rezerv. Odporúča sa vylepšenie prognostických metód a regulačné zlepšenia, aby sa zohľadnil meniaci sa energetický mix. Tie by mali zaistiť využitie flexibility OZE a vytvoriť podmienky pre nové jednotky s cieľom zabezpečiť dostatočnú rezervu energetického systému. Posledným súborom je vývoj siete. Na dosiahnutie veľkého počtu OZE v energetickom mixe je potrebné vyvinúť a modifikovať sieť. Do roku 2050 bude existovať sieť vvn (400 kV a väčšina 225 kV), ktorá slúži na medziregionálne a medzinárodné výmeny.

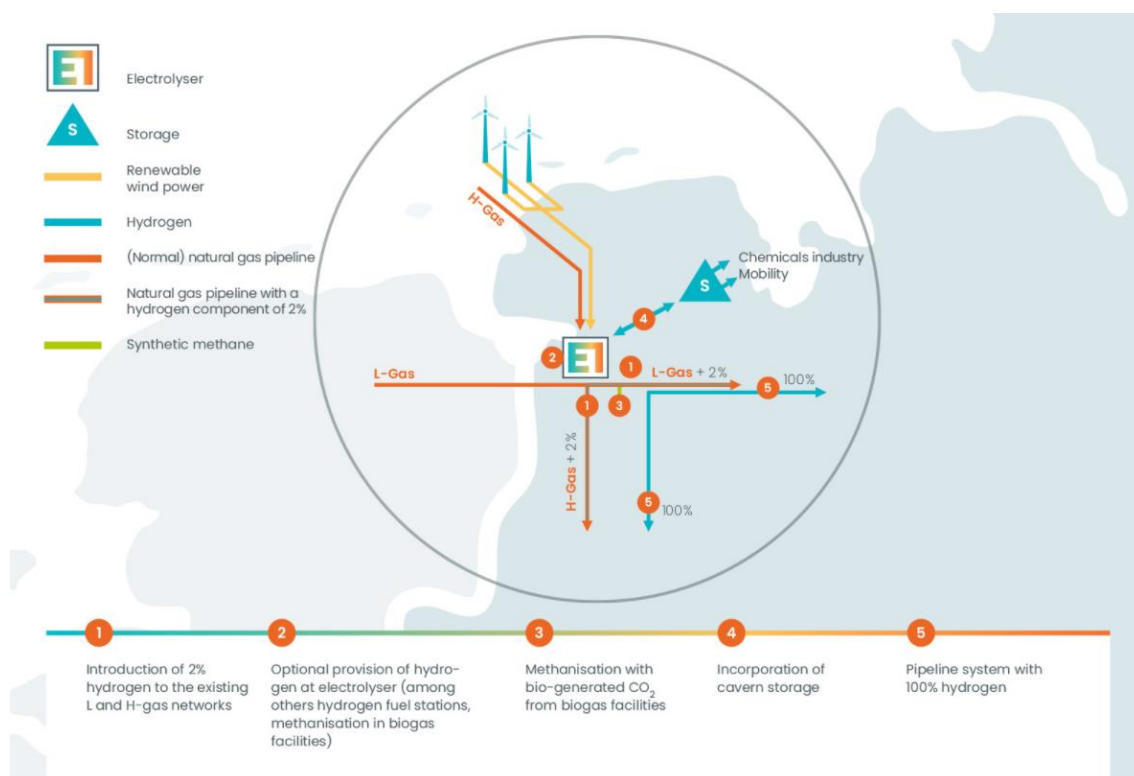
Prenosová sústava, ktorá bola vybudovaná medzi 70. a 90. rokmi, umožňuje veľké prenosy energie vyrobenej v jadrových elektrárňach a je vhodná na integráciu OZE. Väčšie ambície do roku 2050 si budú vyžadovať výraznejšie posilnenie ako je vznik nových prenosových technológií. Medzi nich patrí supravodivosť alebo prepínanie zo striedavého napätia na vysokonapäťové jednosmerné napätie. Tie by mali umožniť existujúcemu systému prispôsobenie vyššieho percenta OZE. Okrem posilnenia vnútroštátnej prenosovej siete je potrebné posilniť aj cez hraničné a pobrežné siete. Veterné turbíny, ktoré sú ďaleko od pobrežia by mohli napájať miesta vyradených jadrových elektrární. Rozšírenie by malo výrazne navýšiť výmennú kapacitu v Európe pridaním ďalších cezhraničných prepojení. Do roku 2050 je potrebné prepracovať vnútroštet' (63 kV až 90 kV), ktorá je súčasťou prenosovej sústavy. Príprava na obnovenie je súčasťou sieťového plánu RTE z roku 2019. Rozhodujúcimi faktormi pri implementovaní zmien budú náklady a sociálna akceptácia, keďže by išlo o zväčšenie rozsahu sietí. Týmito faktormi sa má zaoberať ďalšia štúdia RTE v roku 2021 [56].

6.3 Energetické projekty Nemecka

Ciele na dosiahnutie klimatickej neutrality v Nemecku sú stanovené nárastom OZE. V roku 2017 bol podiel OZE 36 % a s postupným zvyšovaním sa podľa federálnej vlády predpokladá nárast v roku 2030 na 60 %, čo by znamenalo 133 GW elektrickej energie v slnečných a veterných dňoch. Integráciou OZE je potrebné elektrinu prenášať na väčšie vzdialenosti, ktoré sa zvýšili štvornásobne a v priemere to vychádza na 240 km. Nemecká prenosová sústava nebola pôvodne navrhnutá na takéto požiadavky a preto je potrebné jej rozšírenie. Pre plné využitie dostupnej elektriny musí byť energetický systém doplnený akumulác'nými zariadeniami a prepojením sektorov. Prevádzkovateľ nemeckej prenosovej sústavy Amprion a Open Grid Europe (OGE) plánujú postaviť v južnom Emslande rozsiahlu Power-to-gas elektrárňu na premenu elektriny z OZE. Elektrolyzér s príkonov 100 MW bude nainštalovaný v blízkosti rozvodne a následne zapojený do siete spoločnosti Amprion. Cena tohto projektu s názvom Hybridge je 150 miliónov Eur. OGE plánuje premeniť existujúce plynové siete výlučne na prepravu čistého vodíka a v ďalších fázach zabezpečiť čerpacie stanice vodíka v sektore mobility. Súčasťou testovania je pridanie vodíka do sietí zemného plynu v súlade s platnými predpismi [64], [67], [68], [69].

Spoločnosti TenneT, Thyssengas a Gasunie plánujú integrovať do siete 100 MW elektrolyzér a presadiť technológiu Power-to-gas, ktorá by pomohla väčšej integrácii OZE do systému. Hlavnými cieľmi sú kroky s Power-to-gas. Medzi nich patria stabilizácia elektrickej siete, vytvorenie flexibility na prevádzku siete, limitácia obmedzenia vetranej energie, zníženie potreby budúceho rozšírenia siete a využitie plynovej siete ako skladovacej jednotky. Projekt s názvom ELEMENT EINS bude sprevádzaný výskumným projektom, ktorý je zameraný na získanie informácií o význame Power-to-gas a jeho integrácii do systému. Výstavba elektrolyzéra v Dolnom Sasku je naplánovaná do šiestich krokov a po roku 2028 by mali byť všetky moduly integrované do prenosového

a plynového systému. Do roku 2035 bude vybudovaných ďalších 23 GW veterných fariem. V prvej a druhej fáze vodík, vyrobený z OZE bude prúdiť do existujúcich plynovodov ako doplnok zemného plynu. Tretia fáza spočíva z chemickej kombinácie vodíka a CO₂ z bioplynových zariadení. Výsledný syntetický metán môže nahradiť zemný plyn, pričom pri jeho spaľovaní sa uvoľní len CO₂, ktorá je extrahovaná z okolitého prostredia a tým je uhlíková stopa vyrovnaná. Štvrtou fázou je skladovanie, ktoré bude schopné uložiť obrovské množstvo energie, čím sa energia závislá na vetre môže zmeniť na konštantný tok energie. Poslednou fázou je využitie plynovodu, ktorý slúži na dodávku plynu z Holandska [64], [70].



Obrázok 7: Fázy projektu ELEMENT EINS [70]

6.4 Energetické projekty Veľkej Británie

Vo Veľkej Británii sa vývoj energetiky rozdeľuje do dvoch scenárov s rôznymi spôsobmi decentralizácie, ktoré spĺňajú národné ciele zníženia emisií o 80 %. V oboch prípadoch sa predpokladá využitie Power-to-gas [63], [64].

Prvý scenár s názvom „Community Renewables (CR)“ kladie dôraz na vývoj a implementáciu lokálnych energetík, do ktorých sa zapájajú zákazníci a hlavnou prioritou je zvyšovanie energetickej účinnosti. Podporovaný je rozvoj pre diaľkové a hybridné tepelné čerpadlá, rozvoj pobrežnej výroby elektrickej energie a rozvíjanie akumulčných technológií. Naopak, znižuje sa kapacita solárnych a jadrových elektrární. Do roku 2050 by malo byť 58 % výrobných kapacít decentralizovaných, teda odpojených od

prenosových sietí. Zelený plyn by tvoril 46 % celkového objemu dodávok plynu pri diaľkovom vykurovaní [63], [64].

Druhý scenár s názvom „Two Degrees (TD)“ sa zameriava hlavne na vodík a jeho využitie, najmä v doprave. Produkcia vodíka bude zabezpečená výrobou z OZE pomocou elektrolýzy, ktorá by zároveň riešila problematiku v oblasti nadmerného zásobovania v určitých ročných obdobiach. Kvôli nízkej účinnosti tejto technológie je možné, že batériové úložiská, prepojenie a odozva na strane dopytu budú mať prednosť pred využívaním uloženého vodíka [63], [64].

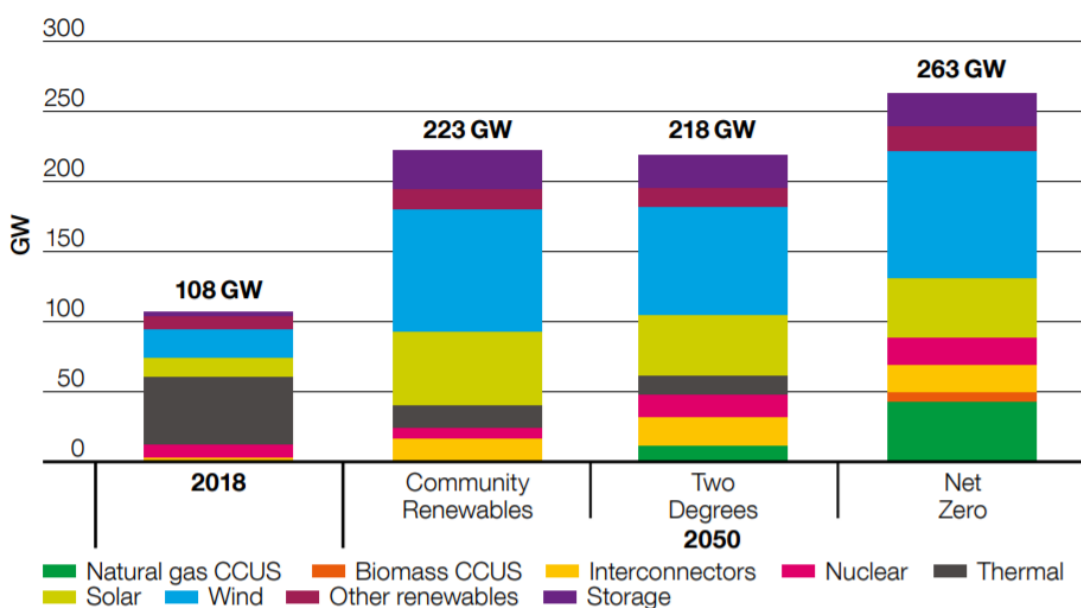
Tabuľka 3: Kľúčové parametre pre rôzne scenáre vo Veľkej Británii, Community Renewables (CR), Two Degrees (TD) [63]

Rok	2018	2030		2050	
Scenár	-	CR	TD	CR	TD
Ročný dopyt elektriny (TWh)	285	283	300	413	422
Špičkový dopyt (GW)	60,0	57,4	63,8	72,4	82,5
Celková inštalovaná kapacita (GW)	108	154	158	233	227
Nízko-uhlíková a kapacita OZE (GW)²	52	102	95	161	162
Kapacita prepojovacích vedení (GW)	4	17	20	17	20
Celková batériová kapacita (GW)	4	13	12	38	31
Ročný dopyt plynu (TWh)	804	487	534	204	585
Produkcia vodíka (TWh)	0	1	9	31	312

Aj keď Spojené kráľovstvo podpísalo uzákonenie o znížení emisií o 80 % do roku 2050, začalo sa hovoriť o dosiahnutí úplnej dekarbonizácie do tohto referenčného roku.

² CCUS, jadrová, solárna, veterná energia a ďalšie OZE

National Grid Net Zero by 2050 je plán národnej prenosovej sústavy dosiahnuť úplnú klimatickú neutralitu do roku 2050. V tomto pláne je kladený väčší dôraz na elektrifikáciu ako v plánoch, ktoré boli uvedené vyššie. V porovnaní so scenárom Two Degrees ide aj o mierne zvýšenie produkcie a využitie vodíka, kde vykurovanie vodíkom zohráva rolu najmä v rezidenčných budovách. Technológie zachytávania, využívania a uskladňovania uhlíka (CCUS) sú nevyhnutné pre dekarbonizáciu rôznych odvetví a to najmä vo výrobe nízko-uhlíkového tepla a jeho využitia na priemyselné procesy a využitie technológie odstránenia oxidu uhličitého zo vzduchu v procesoch, kde je ťažké dosiahnuť dekarbonizáciu. Zemný plyn by sa využíval len s touto technológiou, ako kľúčový vstup do výroby vodíka a priemyselných procesov na výrobu elektriny. V porovnaní s hlavnými scenármi dochádza k zvýšeniu využitia zdrojov bioenergie a celkovému dopytu energie, ktorý v tomto scenári predstavuje 491 TWh. Preto je potrebné vybudovať o 20 % viac výrobných kapacít. OZE a spaľovanie plynu v kombinácii s CCUS zohrajú veľkú úlohu pri navýšení potrebných kapacít. V scenári Net Zero sa počíta so zvýšenou elektrifikáciou priemyselného a komerčného sektora. Jednou z výhod technológie CCUS je jej nižšia cena oproti elektrolýze [63], [64].



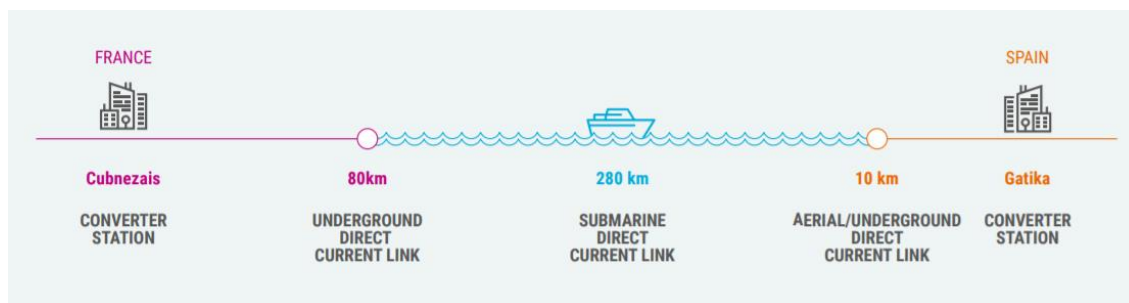
Obrázok 8: Porovnanie inštalovaných zdrojov energie pre rôzne scenáre [63]

6.5 Energetické projekty Španielska

Španielsko patrí medzi lídrov v prechode na OZE. V roku 2020 dosiahla výroba z OZE 44 % celkovej národnej produkcie. V plánoch španielskej vlády je do roku 2030 navýšenie kapacity obnoviteľných zdrojov o ďalších 60 GW, čo by znamenalo celkový podiel 74 % z celkovej výroby elektrickej energie. V Španielsku je do roku 2030 naplánovaných viacero projektov, ktoré sa sústreďujú hlavne na medzištátne prepojenia s Francúzskom a Portugalskom, 9 vnútroštátnych projektov a 4 projekty zamerané na uchovávanie energie. Medzi najväčšie prínosy týchto projektov patrí, že 48-58 % dopytu

v roku 2030 bude pokrytých z OZE, 65-75 % zníženie emisií CO₂ oproti hodnotám z roku 1990 a zníženie nákladov na výrobu o 2-5 miliárd Eur [72], [73].

Projekt výstavby podmorského elektrického prepojenia medzi španielskym mestom Gatika a francúzskym Cubnezais zlepši bezpečnosť, záruku dodávok elektrickej energie a zvýši účinnosť elektrických systémom oboch krajín, čo umožní väčšiu integráciu OZE. Toto prepojenie jednosmerného vysokého napätia dvoch prenosových sústav patriacich prevádzkovateľom Red Eléctrica de España a RTE má dĺžku 370 km, kapacitu 5 000 MW a do prevádzky by malo byť uvedené v roku 2027 [71], [74].



Obrázok 9: Podmorské vysokonapäťové prepojenie medzi Francúzskom a Španielskom [71]

6.6 Energetické projekty Českej republiky

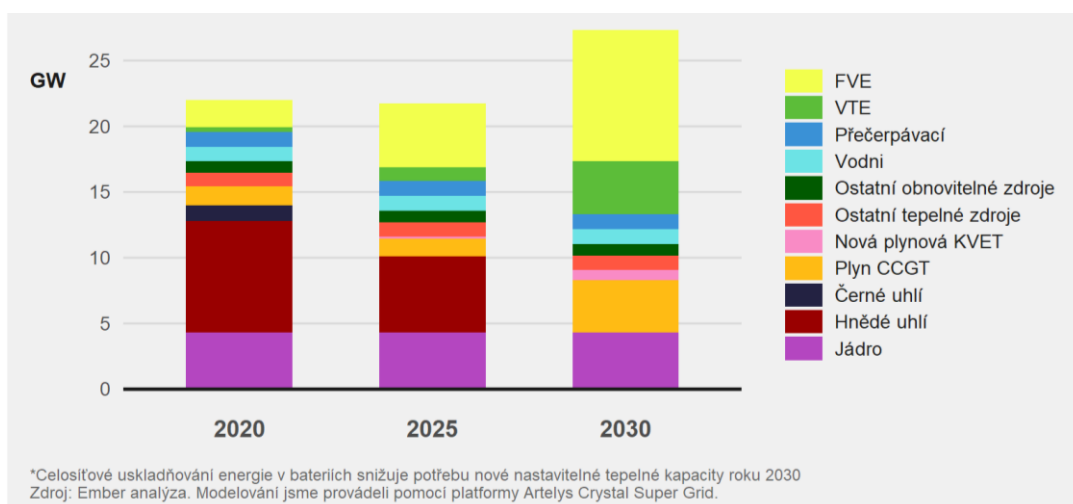
Ciele plánovania prenosovej sústavy v Českej republike prevádzkovateľom ČEPS sú zamerané hlavne na oblasť vnútroštátneho trhu a cezhraničných spojení v spolupráci s okolitými krajinami. Do roku 2030 sa uvažuje 22 % podiel OZE na hrubej konečnej spotrebe elektrickej energie. Ako je spomínané na začiatku kapitoly na dosiahnutie klimateckej neutrality je potrebné vybudovanie alebo doplnenie prenosových kapacít. Medzi hlavné priority, ktoré sa priamo dotýkajú prevádzkovateľa prenosovej sústavy v rámci energetickej koncepcie pre nasledujúce roky patrí udržanie importnej/exportnej kapacity prenosovej sústavy v pomere k maximálnemu zaťaženiu 30 %/35 %, odstránenie úzkych miest pre tranzit v smere sever-juh, zaistiť pripravenosť prenosovej sústavy k pripojeniu nových výrobných kapacít v riadnych termínoch, posilniť transformačný výkon 400/110 kV, ktorý pokrýva nárast spotreby, ako aj pripojenie distribučnej siete a zaistiť systematické riešenie kruhových tokov elektriny a tranzitu z pohľadu bezpečnosti a kompenzácie nákladov [79].

V 10-ročných investičných plánoch do sietí od ENTSO-E sa najviac zmieňuje navýšenie kapacít cezhraničných spojení s okolitými krajinami. Postupným rušením vedení 220 kV v Českej republike je do roku 2035 potrebné vytvoriť nové projekty, ktoré s touto zmenou počítajú. Predmetom ďalších návrhov budú cezhraničné spojenia, ktoré napriek plánovanému odstavovaniu vedení 220 kV budú musieť zachovať spoľahlivosť a bezpečnosť prenosu elektrickej energie. V scenári NT pre rok 2040 sa uvažuje s potrebou navýšiť kapacitu na hranici medzi Českom a Slovenskom o 500 MW, ako je aj zobrazené na obrázku č. 6. Toto vedenie 400 kV posilní prenosovú kapacitu a zachová bezpečnú

prevádzku systémov oboch krajín. Do roku 2040 je potrebných viacero modernizácií a navyšovania kapacít na hraniciach s prihliadnutím na rušenie vedení 220 kV v horizonte rokov 2035-2040 [80].

Prevádzkovateľ národnej prenosovej sústavy ČEPS má zadané štyri prioritné oblasti v zmene energetiky do roku 2030. Medzi nich patrí dispečerské riadenie, rozvoj prenosovej sústavy, trhy a flexibilita a prevádzka, údržba a obnova zariadení prenosovej sústavy. Integrácia inovačných riešení do elektroenergetických sietí je sprevádzaná konkrétnymi projektmi, ktoré sa v súčasnej dobe realizujú alebo je ich realizácia naplánovaná [81].

Z energetického mixu v Českej republike v roku 2019 tvorilo čierne uhlie (2,84 %) a hnedé uhlie (46,18 %) spolu 49,02 % zo zdrojov energie. Podľa štúdie Ember, na dosiahnutie klimatickej neutrality je potrebné tento pomer čo najviac znížiť. Odstavenie uhlia je možné do roku 2030 so silným zameraním na veternú a slnečnú energiu. V Česku je väčší potenciál pre OZE ako sú aktuálne ambície. Rýchlou výstavbou 3,7 GW VTE a 7,9 GW FVE sa do roku 2030 zvýši výroba elektrickej energie na 4 GW z veterných elektrární a 10 GW z fotovoltaiiky. To by znamenalo 38 % OZE na hrubej konečnej spotrebe elektriny oproti uvažovaným 17 %, ktoré predpokladá NKEP. Pre odstavenie 9,7 GW energie z uhlia je potrebných minimálne 2,5 GW elektriny vyrobenej z plynu v kombinácii s batériovými úložiskami v rámci siete. Teplo vyrobené z uhlia pomocou KVET je možné nahradiť tepelnými čerpadlami a rekuperáciou odpadného tepla. Podľa tejto štúdie je tak možné dosiahnuť zníženie emisií v rokoch 2020-2030 o 85 %. Odstavením uhlia sa môže ušetriť ďalších 32 miliónov ton CO₂, čo je viac ako ukazuje NKEP. Dodatočné úspory by splnili ciele EGD, keďže by došlo k redukcii emisií skleníkových plynov z roku 1990 o viac ako 60 %. Výrobu tepla v uhoľných KVET je možné nahradiť kombináciou zvýšenia tepelnej účinnosti budov (11 %), rekuperáciou odpadného tepla (24 %), priemyselnými tepelnými čerpadlami (33 %) a plynovými KVET (32 %) [82], [83].



Obrázok 10: Inštalovaný výkon v scenári odstavenia uhlia do roku 2030 [82]

6.7 Využitie obnoviteľných zdrojov energie na území Českej republiky

Medzi hlavné nástroje dosiahnutia zníženia skleníkových plynov v energetike patrí využívanie OZE. Pôvodný cieľ navrhnutý Ministerstvom obchodu a priemyslu ČR (MPO) v Národnom akčnom pláne z roku 2016 bol podiel OZE na hrubej konečnej spotrebe 17,3 %. Zimný energetický balíček EK z roku 2018 však zvýšil požiadavky podielu OZE na hrubej konečnej spotrebe EÚ na 32 %. MPO vo vypracovanom dokumente Návrhu vnútroštátneho plánu v oblasti energetiky a klímy Českej republiky z roku 2019 uvádzalo hodnotu 20,8 % podielu OZE. Po pripomienkach zo strany EK [30] a apelácii od zástancov čistej energie k dodržiavaniu záväzkov z Parížskej dohody sa zvýšil podiel OZE na 22 % a tento cieľ je uvedený vo vnútroštátnom pláne pre rok 2020. Tento návrh je stále považovaný za nízky a málo ambiciózny, keďže odborníci navrhovali navýšenie aspoň o 24,4 % [28], [29], [30].

6.7.1 Potenciál veterných elektrární na území Českej republiky

Výroba elektrickej energie pomocou veterných elektrární (VTE) je závislá od viacerých faktorov ako sú nominálny výkon, veterný potenciál oblasti, ale aj dodržanie minimálnej vzdialenosti od obytných budov, rešpektovanie chránených a pamiatkových území. Základným parametrom je hustota výkonu vetra vo výške osi turbíny, čo je hodnota približne 100 m. Priemerná rýchlosť vetra sa v tejto výške uvažuje 6 m.s^{-1} . Dôležitou súčasťou je aj technický potenciál dostupnosti a súčasného stavu technológií. Podľa štúdie Ústavu fyziky atmosféry AV ČR je technický potenciál v bezlesnej krajine s nadmorskými výškami 450 – 600 m n.m. 28 862 MW, čo predstavuje $70\,919 \text{ GWh.rok}^{-1}$. Tieto výsledky sú uvedené čisto z technického hľadiska, ktorý uvažuje len limity ohľadom hluku, zastavania plochy a chráneného územia. Po uvážení ďalších faktorov hodnotenia a takzvanom „strednom scenári“, ktorý sa považuje za najrealistickejší a zahŕňa aspekty ako spoločenská podpora (55 %), miesta kde sa nachádzajú prírodné parky, alebo estetický vzhľad krajiny ostáva z celkového technického potenciálu 18,5 % možných lokalít pre VTE. To predstavuje inštalovaný výkon približne 2 300 MW, teda $5\,900 \text{ TWh.rok}^{-1}$. V návrhoch bola uvažovaná modelová turbína Vestas V90 s výkonmi 2 MW a 3 MW [32].

Ďalším príkladom môže byť štúdia Komory OZE, ktorá vychádzala z rovnakej veternej mapy ako AV ČR a uvažovala rovnakú priemernú rýchlosť vetra a to 6 m.s^{-1} . Tá uvažovala dva možné scenáre. Prvým scenárom je konzervatívny postoj s pozitívnym pohľadom na výstavbu VTE. V ňom je VTE braná ako potrebný zdroj energie, ale nebude mu prikladaná zvlášť veľká priorita. Vo výsledku by to znamenalo výstavbu VTE s výkonom 3 100 W, $9,78 \text{ TWh.rok}^{-1}$ v roku 2050. Druhým scenár je viac optimistický a predpokladá väčšiu priazeň spoločnosti voči energii získanej z vetra, ako aj odstraňovanie

prekážok pri jej výstavbe. Ten počíta v roku 2050 výkon získaný z tohto zdroja 5 800 MW, čo by predstavovalo vyrobených 18,29 TWh.rok⁻¹. Obidva predpoklady uvažujú s rastúcim trendom výstavby a integrácie VTE do energetických systémov [33].

6.7.2 Potenciál fotovoltaických elektrární na území České republiky

Vzhľadom na lokalitu, terénne podmienky a rozloženie Českej republiky sa za najpriateľnejšiu formu OZE považujú fotovoltaické elektrárne. Od roku 2013 sa vykupuje elektrina z FVE len do 30 kWp. Priemerná doba slnečného svitu v ČR je 1 462 h.rok⁻¹. Technický potenciál striech a fasád budov tvorí podľa návrhu EGÚ Brno 23,7 GWp a technický potenciál brownfieldov je 15,3 GWp, čo dokopy predstavuje 39 GWp. Ekonomický potenciál, ktorý predstavuje reálnejší odhad uvádza pre rok 2030 inštalovaný výkon 3,5 GW (3,5 TWh) a pre rok 2040 5,5 GW (5,5 TWh) [35], [36].

Keďže ekonomický potenciál FVE nestačí na pokrytie spotreby elektrickej energie je vhodná kombinácia FVE s poľnohospodárstvom. Agrovoltaika využíva plochu určenú na pestovanie a zároveň na osadenie FVE, ktoré vyrábajú elektrinu. Ako príklad môže byť uvedené využitie pri Bodamskom jazere v Nemecku navrhnuté firmou Fraunhofer ISE. Na tejto ploche o rozmeroch 2,5 hektára je nainštalovaných 194 kWp smerom na juhozápad, ktoré zaberajú plochu približne 3 400 m². Systém fotovoltaických panelov je vo výške 5 m nad zemou, čo umožňuje prechod poľnohospodárskej techniky a dobytká. Tento model dokáže vyrobiť elektrickú energiu, ktorá vystačí pre ročnú spotrebu 62 domácností, alebo môže nabíjať elektrické poľnohospodárske stroje. Výsledky projektu z roku 2018 ukazujú zvýšenie využitia pôdy na 186 %. Pôvodné využitie pôdy na pestovanie tvorí 100 % a výroba elektrickej energie 86 %. Fотовoltaické panely tiež chránia plodiny pred silným slnečným žiarením alebo krupobitím [37], [38], [39].

Ďalším príkladom môže byť agrovoltaický systém v Aasene v Nemecku, postavený firmou Next2Sun, ktorý bol uvedený do prevádzky v roku 2020. Táto FVE má na ploche 14 hektárov nainštalovaných 11 000 fotovoltaických panelov orientovaných na východ a na západ s celkovým výkonom 4,1 MWp, ktorý vyprodukuje 4 850 MWh.rok⁻¹ elektriny postačujúcej pre približne 1 200 domácností. Ide o bifaciálne solárne panely, teda obojstranné panely, ktoré dokážu využívať slnečné svetlo z oboch strán. Investícia do tohto projektu bola 3,2 milióna Eur. Firma Next2Sun má podobné projekty v iných častiach Nemecka, ale aj v Rakúsku, Južnej Kórei či Írsku [40], [41].



Obrázok 11: Agrovoltaika pri Bodamskom jazere [39]

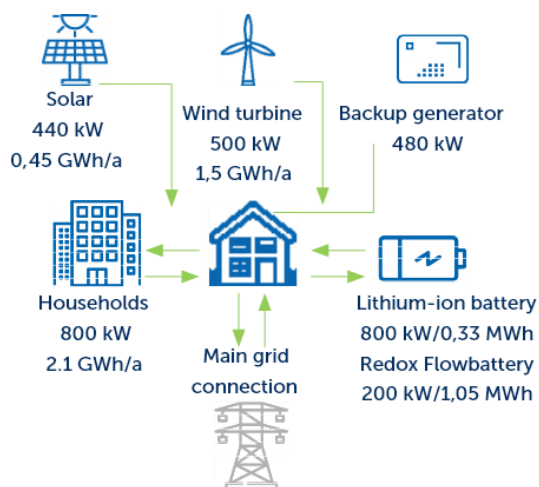


Obrázok 12: Agrovoltaika v Aasene [41]

7. PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE

7.1 Simris, Švédsko

Simris je obec vo švédskom regióne Skåne, ktorá má miestny energetický systém vytvorený výlučne z OZE. Táto oblasť bola vybraná vďaka svojej lokalite s výhodou dostatočnej rýchlosti vetra. Tento projekt je súčasťou programu InterFlex patriaceho pod Horizon 2020 a skúma nové spôsoby využitia rôznych foriem flexibility a optimalizácie systému elektrickej energie s dosiahnutím stability prevádzky. Jeho cena je približne 35 miliónov švédskych korún, z čoho spoločnosť E.ON financovala polovicu. Tento projekt skúma a zároveň demonštruje riešenie energetických potrieb, ktoré budú potrebné vo väčšom meradle o niekoľko desiatok rokov. Kombinácia FVE a VTE je doplnená batériovým systémom a rezervným generátorom poháňaným obnoviteľným palivom, ktorým je hydrogenovaný rastlinný olej. Väčšina elektrickej energie dodávanej do približne 140 domácností pochádza z veterných turbín s nominálnym výkonom 500 kW, ktoré môžu vyrobiť od 1,1 GWh do 1,5 GWh energie ročne a z fotovoltaiických panelov s výkonom 440 kWp. Celková výroba z OZE je približne 1 MW. Tieto zdroje sú doplnené batériovým systémom s kapacitou 800 kW, ktorý zároveň udržiava správne napätie a frekvenciu siete, čím ostáva systém v rovnováhe a je zaručená kvalita elektrickej energie. Kvôli zabezpečeniu dodávok sa obec môže kedykoľvek pripojiť k regionálnej sieti. Po úplnom nabití batérií sa energetický systém napája k centrálnej sieti a prenáša nadmernú produkciu. Zákazníci sa aktívne zúčastňujú s vlastnými energetickými zdrojmi, alebo zariadeniami ako sú tepelné čerpadlá, fotovoltaiické inštalácie, batérie a bojler, a tie sú kontrolované spoločnosťou E.ON pomocou reakcie na dopyt, aby bola zabezpečená flexibilita siete. Predpokladá sa, že 20 % domácností má vlastné fotovoltaiické panely, ktoré nie je možné kontrolovať a batériový systém patriaci ku kontrolovaným aktívam [57], [58], [59], [60].



Obrázok 13: Energetický mix obce Simris [57]

7.2 Freiburg, Nemecko

Nemecké mesto Freiburg je známe ako európske solárne mesto. V mestskej časti Vauban, ktorá je považovaná za jednu z najudržateľnejších častí sveta, väčšina domov využíva solárnu energiu vyrobenú na mieste a prebytočnú energiu môže predávať naspäť do siete. Tento systém je podporovaný vnútroštátnymi predpismi, ktoré zaručujú pevnú cenu elektriny na 20 rokov dopredu. Okrem solárnej energie sa vo Freiburgu využíva aj biomasa založená na metanizácii. Energia je vyrábaná z lesných a drevených produktov v okolí mesta a využíva sa aj odpad, ktorý je následne premenený na biomasu, s ktorou sa napájajú lokálne rezidencie a podniky. Solárna energia a energia z biomasy sú doplnené malými veternými farmami a vodnými elektrárnami. Konvenčné zdroje dodávajú energiu pre zbytok energetických potrieb mesta. Dopyt po slnečnej energii je podporovaný rôznymi stratégiami. K nim patrí prísny energetický štandard budov a využívanie solárnej energie vo verejných budovách, ako sú školy, futbalové štadióny alebo železničné stanice. V roku 2007 prijali stratégiu na ochranu podnebia, zameranú na zníženie emisií CO₂ o 40 % do roku 2030. Energetika a doprava zaznamenali pokles emisií v roku 2007 o 13,8 % v porovnaní s rokom 1997 [84], [85].

7.3 Kodaň, Dánsko

Mesto Kodaň znížilo v roku 2017 svoje emisie CO₂ približne o 40 % v porovnaní s rokom 2005. Toto mesto si vyčlenilo cieľ dosiahnuť klimatickú neutralitu do roku 2025. Dánsko má veľké množstvo OZE, ktoré poskytujú energiu pre diaľkové vykurovanie obcí. Veterné farmy zabezpečujú väčšinu energetických potrieb mesta. Mestská spoločnosť vybudovala 17 veterných turbín na pobreží s celkovým výkonom 44 MW a 3 turbíny v prístave s výkonom 2 MW, ktoré napájajú 3 400 domácností. Napriek veľkému počtu VTE, Kodaň prináša projekty zamerané aj na solárnu energiu a energiu z biomasy. Medzi inovatívne riešenia patrí výroba bioplynu z odpadových vôd domácností Kodane. Obnoviteľný plyn sa využíva na vykurovanie domácností a teplo z elektrární sa diaľkovým vykurovaním používa na udržanie tepla v budovách. Dosiahnutie cieľa nie je možné bez zvýšenia energetickej účinnosti, ktorú si stanovili zvýšiť o 20 % pri komerčných budovách a o 10 % pri obytných. Plán do roku 2025 vyžaduje, aby sa 75 % ciest uskutočnilo peši, bicyklom, alebo hromadnou dopravou [86], [87].

7.4 La Plana, Španielsko

S cieľom znižovania premenlivosti OZE existujú rôzne projekty. Jedným z nich je projekt hybridnej elektrárne s názvom La Plana neďaleko Zaragozy v Španielsku. Ide o kombináciu FVE (245 kWp), VTE (850 kW), 3 naftových generátorov (3 x 222 kW), batériových technológií Li-ion (435 kW/145 kWh) a Redox-Flow (120 kW/400 kWh). Spoločnosť Siemens Gamesa koordinuje výrobu všetkých zdrojov a minimalizuje združené náklady na výrobu energie v elektrárni bez ohľadu na to, či je systém izolovaný alebo

zapojený do siete. Aby sa znížili náklady, regulátor využíva čo najväčšiu integráciu OZE. Modifikáciou obojsmerných meničov na akumuláciu energie je možné zabezpečiť takzvaný „black start“. To umožňuje aktivovať režim generovania elektrickej energie bez využitia naftových generátorov a po black-oute znovu pripojiť elektrárňu k sieti [61], [62].

K aplikáciám, ktoré ponúka tento hybridný systém patrí napríklad upevnenie alebo kontrola rýchlosti nábehu, čo zabezpečuje stabilitu výroby z OZE. Zákazníci sú schopní zvýšiť príjmy ukladaním energie v čase, keď sú ceny nízke a vybíjať batérie v hodinách, keď ceny elektriny narastli. Využitie je možné aj pre skladovanie energie v batériách a implementáciu v elektrických uzloch a poskytovať tak reguláciu frekvencie, rezervné kapacity, alebo réžiu špičkového zaťaženia [61], [62].



Obrázok 14: Hybridná elektrárňu La Plata v Španielsku [62]

8. ZHRNUTIE

Klimaticko-energetické ciele EÚ, so zameraním na dosiahnutie klimateckej neutrality, si vyžadujú rôzne zmeny v energetickom sektore. Jednotlivé opatrenia krajín a tiež desaťročné plány prevádzkovateľov prenosových sústav, sú závislé od rôznych aspektov. Medzi najdôležitejšie patrí lokalita krajiny, aktuálny energetický mix, ekonomická vyspelosť krajín a stav prenosových sústav. Efektívna energetická transformácia je symbolizovaná prechodom na využívanie obnoviteľných zdrojov energie, čo so sebou nesie viacero výziev. Transformácia predstavuje postupné odstavovanie uhoľných elektrární, integráciu rôznych druhov obnoviteľných zdrojov energie, využitie akumulácie energie, zvyšovanie energetickej účinnosti, ale aj decentralizáciu energetiky v určitých oblastiach. Je potrebná podpora inovatívnych technológií a ich uplatňovanie v praxi. Pobrežné krajiny ako Dánsko, alebo Veľká Británia budujú energetickú transformáciu na integrácii veľkého množstva obnoviteľných zdrojov energie do energetického mixu, najmä veterných fariem. Pri rozľahlých štátoch ako Francúzsko, Španielsko a Nemecko, ktoré majú veľké územie mimo pobrežia, je potrebná nielen veterná energia, ale aj využitie fotovoltaických elektrární vo väčšom meradle. Ide hlavne o južné časti krajín s veľkým počtom slnečných dní. Krajiny s veľkým množstvom obnoviteľných zdrojov však čelia problému s prebytkom elektrickej energie a jej prenosom na väčšie vzdialenosti. Medzi riešenia patrí navyšovanie existujúcich prenosových kapacít, alebo výstavba nových vedení. Vďaka liberalizácii trhu s elektrickou energiou je jednoduchšie vybudovať ešte viac prepojený trh. Tam, kde nie je možný prenos elektrickej energie na veľké vzdialenosti, alebo národné plány počítajú skôr s decentralizáciou energetiky, sú naplánované projekty výstavby elektrolyzérov, využívanie technológie Power-to-gas a akumulčných jednotiek. Vzniknú tým nové prepojenia, ktoré budú využívať čoraz viac plynovody. Krajiny vo vnútrozemí, ako Česká republika alebo Slovensko, kde potenciál obnoviteľných zdrojov energie nie je tak vysoký ako pri pobrežných krajinách a aj ich ekonomika závisí od priemyslu, sú plány zamerané na rozširovanie cezhraničných prenosových vedení, odstavovaní uhoľných elektrární a navyšovanie podielu obnoviteľných zdrojov. Plány týchto krajín nie sú tak ambiciózne a nevyužívajú celý dostupný potenciál.

Pilotné projekty ako v obci Simris, mestách Kodaň a Freiburg načrtávajú budúce potreby decentralizovanej energetiky s využitím obnoviteľných zdrojov. Ide o mestá, ktoré veľkú časť svojej spotreby pokrývajú lokálnou výrobou energie z veterných elektrární, solárnych panelov inštalovaných na strechách budov a využitím tepelných čerpadiel. Mestá sú napájané okrem premenlivých zdrojov aj z konvenčných zdrojov energie, ktoré zabezpečujú zvyšok energetických potrieb. Niektoré z projektov sú v štádiu štúdie a skúmania, kde sa vyhodnocuje ich využitie do budúcnosti v plnom rozsahu. Obnoviteľné zdroje energie sa vyznačujú svojou premenlivosťou, čo má pri ich veľkej integrácii do siete nepriaznivý vplyv. Hybridné elektrárne, kombinujúce FVE a VTE, ako La Plana riešia tento problém akumuláciou energie, reguláciou frekvencie a reguláciou v špičkách. Ich využitie bude s rastúcim počtom obnoviteľných zdrojov čoraz viac potrebné.

ZÁVER

Bakalárska práca sa zaoberá dopadmi programu European Green Deal na prevádzku energetických systémov, ktorého cieľom je dosiahnutie klimatickej neutrality do roku 2050. Práca priniesla pohľad na energetické plány európskych štátov a rozvoj projektov prevádzkovateľov prenosových sústav. Oboznamuje s pilotnými projektmi, ktoré poukazujú na možnosti využitia obnoviteľných zdrojov energie.

V prvej časti je chronologicky popísaný vývoj liberalizácie trhu s elektrickou energiou na území členských štátov EÚ a konkrétne liberalizačné smernice. Postupnou liberalizáciou sa vytvoril otvorený a vzájomne prepojený trh s elektrickou energiou. Vďaka týmto balíkom vznikli agentúry ACER a ENTSO-E, ktoré spolupracujú s regulačnými orgánmi a prevádzkovateľmi prenosových sústav, koordinujú a napomáhajú dosiahnuť ciele programu European Green Deal. Na to sú naviazané legislatívne akty EÚ v oblasti klímy, ktoré boli predchodcami spomínaného programu. Ten výrazne navyšuje ciele do roku 2020 a nadväzuje hlavne na balík Čistá energia pre všetkých Európanov. European Green Deal ako celok pokrýva širokú oblasť hospodárstva a priemyslu, v ktorých je potrebné urobiť kroky k ich dekarbonizácii. V tejto práci sú konkrétne popísané oblasti, ktoré sa priamo týkajú energetického sektora, ako sú zvyšovanie klimatických ambícií, zlepšenie energetickej účinnosti a dodávky čistej energie.

Uzákonením tohto programu sa pre jednotlivé členské štáty vytvorili záväzky na jeho splnenie. Vlády jednotlivých štátov museli vypracovať národné klimatické plány a tie priamo súvisia s prevádzkou prenosových sústav. V práci sú popísané energetické plány krajín, ktoré majú vo svojom energetickom mixe veľké zastúpenie obnoviteľných zdrojov energie a zároveň ukazujú možný vývoj energetiky v nasledujúcich desaťročiach. Konkrétne pilotné projekty, uvedené v siedmej kapitole načrtávajú využitie premenlivých zdrojov v decentralizovanej energetike.

LITERATÚRA

- [1] SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 96/92/ES z 19. decembra 1996: o spoločnej právnej úprave vnútorného trhu s elektrickou energiou. In: . Brusel: Hänsch, 1996, ročník 1997, číslo 3. Dostupné tiež z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0092&from=EN>.
- [2] Úvod do liberalizovanej energetiky: Trh s elektřinou. 1 vyd. Praha: Asociace energetických manažerů, 2016. ISBN 978-80-260-9212-4.
- [3] SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2003/54/ES z 26. júna 2003: o spoločných pravidlách pre vnútorný trh s elektrickou energiou a o zrušení smernice 96/92/ES. In: . Brusel: Cox, 2003, ročník 2004, 211/57. Dostupné tiež z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0054&from=sk>.
- [4] NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1228/2003 z 26. júna 2003: o podmienkach prístupu do siete pre cezhraničné výmeny elektrickej energie. In: . Brusel: Európska Komisia, 2003, ročník 2003, číslo 12. Dostupné tiež z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R1228&from=SK>.
- [5] SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2009/72/ES z 13. júla 2009: o spoločných pravidlách pre vnútorný trh s elektrinou, ktorou sa zrušuje smernica 2003/54/ES. In: . Brusel: Európska Komisia, 2009, ročník 2009, číslo 211. Dostupné tiež z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0072&from=DA>.
- [6] NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 713/2009 z 13. júla 2009, ktorým sa zriaďuje Agentúra pre spoluprácu regulačných orgánov v oblasti energetiky. In: . Brusel: Európska Komisia, 2009, ročník 2009, číslo 713. Dostupné tiež z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0713&from=EN>.
- [7] NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 714/2009 z 13. júla 2009: o podmienkach prístupu do sústavy pre cezhraničné výmeny elektriny, ktorým sa zrušuje nariadenie (ES) č. 1228/2003. In: . Brusel: Európska Komisia, 2009, ročník 2009, číslo 211. Dostupné tiež z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0714&from=SK>.
- [8] Aktuální stav projektu DE-AT-PL-4M MC (Interim Coupling). OTE [online]. [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: https://www.ote-cr.cz/cs/o-spolecnosti/zpravy_ote/aktualni-stav-projektu-de-at-pl-4m-mc-interim-coupling
- [9] Single Day-ahead Coupling (SDAC). Entso-e [online]. [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: https://www.entsoe.eu/network_codes/cacm/implementation/sdac/#2014
- [10] About ACER. ACER [online]. [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: http://www.acer.europa.eu/en/The_agency/Pages/default.aspx

- [11] Agentúra pre spoluprácu regulačných orgánov v oblasti energetiky (ACER). Európska Únia [online]. [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/acer_sk
- [12] WHO IS ENTSO-E ?. Entso-e [online]. [cit. 2020-11-23]. Dostupné z: <https://www.entsoe.eu/about/inside-entsoe/objectives/>
- [13] Zelená dohoda pro Evropu – hlavní výzva pro novou Komisi. Euroskop: Věcně o Evropě [online]. [cit. 2020-11-01]. Dostupné z: <https://www.euroskop.cz/9047/34461/clanek/zelena-dohoda-pro-evropu-hlavni-vyzva-pro-novou-komisi/>
- [14] OZNÁMENIE KOMISIE EURÓPSKEMU PARLAMENTU, EURÓPSKEJ RADE, RADE, EURÓPSKEMU HOSPODÁRSKEMU A SOCIÁLNEMU VÝBORU A VÝBORU REGIÓNOV: Európsky ekologický dohovor. In: . Brusel: Európska Komisia, 2019, ročník 2019, číslo 640. Dostupné tiež z: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0018.02/DOC_1&format=PDF.
- [15] 2030 Climate Target Plan. European Commission [online]. [cit. 2020-12-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/2030_ctp_en
- [16] 2030 climate & energy framework. European Commission [online]. [cit. 2020-12-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_sk
- [17] Renewable energy directive. European Commission [online]. [cit. 2020-12-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive/overview_en
- [18] Energy efficiency targets. European Commission [online]. [cit. 2020-12-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency_en#2030-targets
- [19] Energy saving statistics. Eurostat: Statistics Explained [online]. 2020 [cit. 2020-12-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_saving_statistics
- [20] 2050 long-term strategy. European Commission [online]. [cit. 2020-12-05]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en
- [21] Onshore and offshore wind. European Commission [online]. 2020 [cit. 2020-12-11]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/onshore-and-offshore-wind_en
- [22] EU strategy on offshore renewable energy. European Commission [online]. 2020 [cit. 2020-12-11]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/eu-strategy-offshore-renewable-energy_en

- [23] OBERLE, Bruno, Stefan BRINGEZU, Steve HATFIELD - DODDS, Stefanie HELLWEG, Heinz SCHANDL a Jessica CLEMENT. Global Resources Outlook: 2019 NATURAL RESOURCES FOR THE FUTURE WE WANT. GLOBAL RESOURCES OUTLOOK [online]. France, Paris: International Resource Panel, United Nations Envio, 2019, 2019 [cit. 2020-11-10]. ISBN 978-92-807-3741-7. Dostupné z: https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/unep_252_global_resource_outlook_2019_web.pdf
- [24] Circular material use rate. Eurostat [online]. [cit. 2020-12-11]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/table?lang=en
- [25] OZNÁMENIE KOMISIE EURÓPSKEMU PARLAMENTU, RADE, EURÓPSKEMU HOSPODÁRSKEMU A SOCIÁLNE MU VÝBORU A VÝBORU REGIÓNOV: Nový akčný plán EÚ pre obehové hospodárstvo Za čistejšiu a konkurencieschopnejšiu Európu. In: . Brusel: Európska Komisia, 2020, ročník 2020, číslo 98. Dostupné tiež z: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_1&format=PDF
- [26] Dosiahnutie klimatickej neutrálnosti: odporúčania skupiny expertov na podporu energeticky náročných priemyselných odvetví EÚ pri plnení cieľa EÚ do roku 2050. European Commission [online]. Brusel: Európska Komisia, 2019 [cit. 2021-01-06]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sk/IP_19_6353
- [27] Building and renovating in an energy and resource efficient way. European Commission [online]. Brusel: Európska Komisia, 2020 [cit. 2021-01-07]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/lc-gd-4-1-2020>
- [28] Státní energetická koncepce České republiky. In: . Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2014, ročník 2014. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636207/priloha006.pdf>
- [29] SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2018/2001 z 11. decembra 2018: o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov (prepracované znenie). In: . Brusel: Európska Komisia, 2018, ročník 2018, číslo 328. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=SK>
- [30] ČR se rozhodla využít jen zlomek možnosti získávat levnou energii z obnovitelných zdrojů. Komora obnovitelných zdrojů energie [online]. Chalupa, 13.1.2020 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.komoraoze.cz/?full-page=1&clanek=159>
- [31] ODPORÚČANIE KOMISIE z 18. júna 2019: k návrhu integrovaného národného energetického a klimatického plánu Česka na obdobie 2021 – 2030. In: . Brusel: Európska Komisia, 2019, ročník 2019, číslo 297. Dostupné také z: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019H0903\(03\)&from=CS](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019H0903(03)&from=CS)

- [32] Aktualizovaný odhad realizovatelného potenciálu větrné energie z perspektivy roku 2012 [online]. Praha, 2012 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: https://www.csve.cz/img/wysiwyg/file/VtE_potencial2012.pdf. Akademie věd ČR, Ústav fyziky atmosféry, v.v.i.
- [33] Analýza větrné energetiky v ČR. Česká společnost pro větrnou energii [online]. Chalupa, 2015 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: https://csve.cz/pdf/cz/KomoraOZE_analyza-potencial-OZE_dilci-VTE_log.pdf
- [34] Výše výkupních cen a zelených bonusů. Tzbinfo [online]. 2020 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/91-vyse-vykupnich-cen-a-zelenych-bonusu>
- [35] Průměrné měsíční doby slunečního svitu ve vybraných lokalitách ČR. Tzbinfo [online]. [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/99-prumerne-mesicni-doby-slunecniho-svitu-ve-vybranych-lokalitach-cr>
- [36] Oponentní posudek k vybraným tématům z návrhu Národního Klimaticko-Energetického Plánu (NKEP) pro oblast FVE. Solární asociace [online]. Brno: EGÚ Brno, 2019 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: https://www.solarniasociace.cz/aktuality/20190107_oponentni-posudek-k-nkep-pro-fve.pdf
- [37] German agro PV trial shows up to 186% land use efficiency. Renewables Now [online]. 2019 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://renewable-snow.com/news/german-agro-pv-trial-shows-up-to-186-land-use-efficiency-650768/>
- [38] "APV-Resola" Project: Pilot AgroPV System Installed at the Organic Farm "Hofgemeinschaft Heggelbach." Fraunhofer ISE [online]. Freiburg, 2016 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/press-releases/2016/2016_ISE_FactSheet_e_APV_Pilot_Plant_final.pdf
- [39] Photovoltaics and Photosynthesis – Pilot Plant at Lake Constance Combines Electricity and Crop Production. Fraunhofer ISE [online]. 2016 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2016/photovoltaics-and-photosynthesis-pilot-plant-at-lake-constance-combines-electricity-and-crop-production.html>
- [40] Start of construction of an innovated Agro-photovoltaic open space plant in Donaueschingen-Aasen, Germany. RenewablePress.com [online]. Berlín: Next2Sun, 2019 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://www.renewablepress.com/energy/press-release-6456-start-of-construction-of-an-innovated-agro-photovoltaic-open-space-plant-in-donaueschingen-aasen-germany-en>
- [41] Agrivoltaics. Next2Sun [online]. [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://www.next2sun.de/en/references/>
- [42] Third energy package. European Commission [online]. Brusel, 2019 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/markets-and-consumers/market-legislation/third-energy-package_en

- [43] Clean energy for all Europeans package. European Commission [online]. Brusel, 2017 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en#adoption-process-for-the-legal-acts
- [44] Clean energy for all Europeans package completed: good for consumers, good for growth and jobs, and good for the planet. European Commission [online]. Brusel, 2019 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/news/clean-energy-all-europeans-package-completed-good-consumers-good-growth-and-jobs-and-good-planet-2019-may-22_en
- [45] Energy performance of buildings directive. European Commission [online]. Brusel, 2019 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en
- [46] Renewable energy directive. European Commission [online]. Brusel, 2014 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive/overview_en
- [47] Energy efficiency directive. European Commission [online]. Brusel, 2019 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en
- [48] Energy union. European Commission [online]. Brusel, 2017 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/energy-union_en#regulation-on-the-governance-of-the-energy-union-and-climate-action
- [49] Electricity market design. European Commission [online]. Brusel, 2019 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/markets-and-consumers/market-legislation/electricity-market-design_en?redir=1
- [50] Energy storage. European Commission [online]. Brusel, 2020 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/energy-storage_en?redir=1
- [51] Security of electricity supply. European Commission [online]. Brusel, 2018 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-security/security-electricity-supply_en?redir=1
- [52] Klimaticko-energetický balík na obdobie do roku 2020. European Commission [online]. Brusel, 2015 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:2001_8&from=EN
- [53] Systém obchodovania s emisnými kvótami skleníkových plynov. European Commission [online]. Brusel, 2018 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l28012&from=SK#keyterm_E0001
- [54] Zachytávanie a ukladanie oxidu uhličitého. European Commission [online]. Brusel, 2015 [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l28201&from=SK>
- [55] Plán energetickej účinnosti EÚ na rok 2011. European Commission [online]. Brusel, 2015 [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:en0029&from=SK>

- [56] Conditions and requirements for the technical feasibility of a power system with a high share of renewables in France towards 2050. IEA [online]. Paríž, 2021 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.iea.org/reports/conditions-and-requirements-for-the-technical-feasibility-of-a-power-system-with-a-high-share-of-renewables-in-france-towards-2050>
- [57] THE SWEDISH DEMONSTRATOR - SIMRIS. Interflex [online]. Paríž: ENEDIS, 2018 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://interflex-h2020.com/interflex/project-demonstrators/sweden-simris/>
- [58] Local energy system in Simris. Eurelectric [online]. Brusel: Union of the Electricity Industry, c2021 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://www.eurelectric.org/stories/dso/local-energy-system-in-simris/>
- [59] We're renewing Simris. E.ON [online]. Malmö: E.ON-SE [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: https://www.eon.se/en_US/om-e-on/local-energy-systems/we-are-renewing-simris
- [60] Comsel System delivers energy metering equipment to E.ON project LES Simris - the first local energy system in Sweden. Comsel System [online]. Vasa: Comsel System, c2012- Dostupné z: <https://comselssystem.com/post/2018/09/03/Pressrelease-EON-Les-Simris.html> 2020 [cit. 2021-5-5].
- [61] Gamesa Electric at La Plana Hybrid Pilot Plant. Gamesa Electric: Shaping New Energy [online]. Zamudio: Gamesa Electric [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://www.gamesaelectric.com/gamesa-electric-at-siemens-gamesas-la-plana-hybrid-pilot-plant/>
- [62] Official certification of the La Plana Facility. HIGREEN [online]. HIGREEN, c2021 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://higreew-project.eu/official-certification-of-the-la-plana-facility/>
- [63] Future Energy Scenarios. Natinal Grid ESO [online]. National Grid, c2021 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://www.nationalgrideso.com/document/170756/download>
- [64] Regional Investment Plan Northern Seas. Entso-e [online]. Brusel: entso-e, 2020 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/tyndp-documents/IoSN2020/200810_RegIP2020_NS_beforeconsultation.pdf
- [65] WINDS OF CHANGE. Energinet [online]. Fredericia: Energinet [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://en.energinet.dk/About-us/Strategy>
- [66] 4 PROMISING OPPORTUNITIES ON THE ROAD TO 100% GREEN ENERGY. Energinet [online]. Fredericia: Energinet [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://en.energinet.dk/Green-Transition/Opportunities>
- [67] CONCEPT. Hybridge [online]. Dortmund: Ampriion [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: <https://www.hybridge.net/Concept/>
- [68] THE ENERGY WORLD OF THE FUTURE. Hybridge [online]. Dortmund: Ampriion [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: <https://www.hybridge.net/Concept/The-energy-world-of-the-future/>

- [69] PROJECT. Hybridge [online]. Dortmund: Amprion [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: <https://www.hybridge.net/Project/>
- [70] From vision to reality: our hydrogen project ELEMENT EINS. Thyssen Gas [online]. Dortmund: Thyssen Gas, c2021 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: <https://thyss-sengas.com/en/innovation/element-eins.html>
- [71] TYNDP 2020 Main Report. Entso-e [online]. Brusel: entso-e, 2021 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/tyndp-documents/TYNDP2020/Foropinion/TYNDP2020_Main_Report.pdf
- [72] European Green Deal Call: what it means for Spain. RatedPower [online]. Madrid: RatedPower, c2021 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://ratedpower.com/blog/european-green-deal-call-spain/>
- [73] Demand for electricity in Spain increases 1.4% in December. Red Eléctrica de España [online]. Grupo Red Eléctrica, 2021 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.ree.es/en/press-office/news/press-release/2021/01/demand-electricity-spain-increases-14-december>
- [74] Sustainability and Green Finance at Red Eléctrica de España. Red Eléctrica de España [online]. Grupo Red Eléctrica, 2019 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://www.ree.es/sites/default/files/06_ACCIONISTAS/Documentos/20191011_REE_Sustainability_Green_Finance_Presentation_v10.pdf
- [75] 93GW of additional solutions for cross-border electricity exchange needed by 2040 to achieve the EU Green Deal. Entso-e [online]. Brusel: entso-e, c2009-2021 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://www.entsoe.eu/news/2020/08/10/93gw-of-additional-solutions-for-cross-border-electricity-exchange-needed-by-2040-to-achieve-the-eu-green-deal/>
- [76] Completing the map Power system needs in 2030 and 2040. Entso-e [online]. Brusel: entso-e, 2020 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: https://eepublicdownloads.entsoe.eu/tyndp-documents/IOsN2020/200810_IoS2020mainreport_beforeconsultation.pdf
- [77] TYNDP 2020 SCENARIO REPORT. Entso-e [online]. Brusel: entso-e, 2020 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: https://2020.entsoe-tyndp-scenarios.eu/wp-content/uploads/2020/06/TYNDP_2020_Joint_ScenarioReport_final.pdf
- [78] Final ENTSOs' TYNDP 2020 Scenario Storylines. Entso-e [online]. Brusel: entso-e, 2020 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Scenarios/190408_WGSB_Scenario%20Building%202020_Final%20Storyline%20Report.pdf
- [79] Desetiletý plán rozvoje přenosové soustavy České republiky 2021 – 2030. ČEPS, a.s. [online]. Praha: ČEPS, 2020 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/rozvoj-ps>

- [80] Regional Investment Plan Continental Central East. Entso-e [online]. Brusel: entso-e, 2020 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: https://eepublicdownloads.entsoe.eu/tyndp-documents/IoSN2020/200810_RegIP2020_CCE_beforeconsultation.pdf
- [81] Inovace a R&D. ČEPS, a.s. [online]. Praha: ČEPS [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/inovace>
- [82] Coal-free Czechia 2030. Ember [online]. Ember, 2020 [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://ember-climate.org/project/coal-free-czechia-2030/>
- [83] Národní energetický mix. OTE [online]. Praha: OTE, c2018 [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix>
- [84] Freiburg, Europe's Solar City. Green City Times [online]. Green City Times, c2021 [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://www.greencitytimes.com/freiburg/>
- [85] Freiburg - An Inspirational City Powered by Solar, Where a Third of all Journeys are by Bike. C40 CITIES [online]. C40 CITIES, 2011 [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: https://www.c40.org/case_studies/freiburg-an-inspirational-city-powered-by-solar-where-a-third-of-all-journeys-are-by-bike
- [86] Copenhagen Aims to Become a Carbon Neutral Capital. Green City Times [online]. Green City Times, c2021 [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://www.greencitytimes.com/copenhagen/>
- [87] Copenhagen's Four-Fold Path to Carbon Neutrality. Renewable Energy World [online]. Renewable Energy World, c2019-2020 [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://www.renewableenergyworld.com/baseload/copenhagens-fourfold-path-to-carbon-neutrality/#gref>